

Filipa Tavares Moura Ferro

Licenciada em Ciências de Engenharia do Ambiente



**Relação entre a estrutura territorial, opções de
mobilidade e o desempenho energético de um município:
caso de estudo Barreiro**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia
do Ambiente - Perfil de Gestão e Sistemas Ambientais

Orientador:

Prof. Doutor João Miguel Dias Joanaz de Melo

Júri:

Presidente: Prof. Doutora Maria Júlia Fonseca de Seixas

Arguente: Prof. Doutor Tomás Augusto Barros Ramos

Vogal: Prof. Doutor João Miguel Dias Joanaz de Melo



**FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA**

Março de 2013

“Copyright” Filipa Tavares Moura Ferro, FCT/UNL e UNL

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objectivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

AGRADECIMENTOS

Eis que chega ao fim uma tarefa que me faz agora lembrar uma fase cheia da minha vida.

Em primeiro lugar, gostaria de expressar o meu agradecimento ao Professor Doutor João Joanaz de Melo por me ajudar a definir uma abordagem relevante a um tema que eu queria explorar. Queria também agradecer-lhe pela disponibilidade, esclarecimento e entusiasmo.

Ao João Figueiredo da S.energia e à Cátia Correia da Câmara Municipal do Barreiro pela disponibilidade, pela visita guiada ao Barreiro e pela informação partilhada. Também ao Milton Gomes da Câmara Municipal do Barreiro e ao Pedro Viegas dos Transportes Colectivos do Barreiro pela informação que me facultaram. Gostava também de reconhecer a prontidão na resposta aos pedidos de informação do Instituto Nacional de Estatística.

Pelas oportunidades que me permitiram aproveitar, pela estrutura por detrás de quem sou e por quem são agradeço aos meus avós António e Odete, aos meus pais Jorge e Isabel e ao meu irmão Ricardo.

Quero agradecer-te, Miguel, pelos puros momentos de distração e pelas necessárias chamadas de atenção. Por me motivares e acreditares em mim. Pelo apoio carinhoso, sem o qual todo o trabalho pareceria certamente ter o dobro do peso.

Quero agradecer aos meus amigos pelo apoio, carinho e interesse. Aos que estiveram sempre por perto e nas pausas me levavam a outros lugares: Chino (também pelo tempo que me ofereceste quando precisei de ajuda), Morato, Patrícia, Pedro e Sara. Aos que partilharam o momento comigo e cuja companhia me deu forças quando as minhas ameaçavam faltar: Dani, Inês e Mary. Aos que estando longe, estiveram sempre presentes e compreenderam momentos de afastamento: Adriana, Graça, Inês, Joana, João, Jujuca, Lena, Mafalda, Mariana e Teresa.

RESUMO

Num contexto de contínuo desenvolvimento urbano e crise económica a forma como os recursos do planeta estão a ser consumidos constitui uma preocupação incontornável. O aumento populacional previsto nas áreas urbanas nas próximas quatro décadas constitui uma agravante a desafios actuais como o crescente consumo de energia, a dependência de combustíveis fósseis e a escassez dos recursos energéticos. Urgem soluções de conservação de energia e eficiência energética a esta escala que permitam equilibrar as consequências que daqui advêm. Neste sentido, a compreensão das relações entre a estrutura territorial e os consumos energéticos assume um papel fundamental na acomodação de princípios de sustentabilidade no desenvolvimento futuro dos meios urbanos. A investigação desta temática tem vindo a ganhar expressão na última década.

Esta dissertação teve como objectivo investigar acerca das implicações da estrutura territorial nos consumos energéticos à escala urbana. Para tal investigou-se um conjunto de opções de ordenamento do território e a forma como influenciam os consumos energéticos nas cidades. Verificou-se que o sistema urbano é composto por uma multiplicidade de tais interações, cujos principais actores se referem às opções de mobilidade, ocupação e uso do solo e planeamento urbano.

Constatou-se que uma expansão urbana rápida e dispersa, que não se faz acompanhar com o desenvolvimento adequado de serviços de transporte público, influencia as opções de mobilidade e, consequentemente, os consumos energéticos associados às deslocações. Esta conclusão decorreu da comparação das oito freguesias do concelho do Barreiro cuja variedade de padrões de urbanização permitiu uma análise comparativa das suas características. Distinguiram-se dois grupos principais: as freguesias urbanas e as freguesias periurbanas.

Verificou-se que três das cinco freguesias onde o aumento de tecido urbano descontínuo foi mais acentuado nas últimas duas décadas são periurbanas. Foi nestas que a dependência do automóvel privado nas deslocações pendulares mais aumentou na última década. Ao mesmo tempo, foi nas freguesias periurbanas que ocorreu a maior diminuição de utilização do autocarro. Tal implica maiores consumos energéticos, o que foi verificado pela análise do consumo de energia per capita nas deslocações pendulares de 2011 em cada freguesia. Na análise da acessibilidade potencial através dos modos suaves a um conjunto de serviços básicos e equipamentos verificou-se que é também ao nível das freguesias periurbanas que os respectivos índices são inferiores.

Palavras-chave: consumo energético, planeamento urbano, uso do solo, deslocações pendulares, distribuição modal, acessibilidade, freguesias urbanas e periurbanas

ABSTRACT

In a context of ongoing urban development and economic crisis the way the planet's resources are being consumed is an unavoidable concern. The projected population increase in the urban areas in the next four decades represents an aggravating to nowadays challenges such as the rising of energy consumption, the fossil fuel dependence and the energetic resources scarcity. It urges solutions for energy conservation and energy efficiency at this scale that allows balancing the consequences. Thus, understanding the relationship between territorial structure and energy consumption plays a key role in accommodating sustainability principles in the future urban development. The research on this topic has gained expression in the last decade.

This thesis aimed to investigate the implications of the territorial structure in energy consumption at the urban scale. For this purpose a number of options of spatial planning and their influence on cities energy consumptions were investigated. It was found that the urban system is composed by a multiplicity of such interactions in which mobility options, land use and urban planning are the main actors.

A fast and scattered urban expansion, which is not followed with the development of adequate public transport services, influences the mobility options and hence the energy consumption associated with the commuting. This conclusion was taken from the comparison of eight parishes from Barreiro council whose urbanization patterns variety allowed a comparative analysis of their characteristics. Two main groups were distinguished: the urban parishes and the peri-urban parishes.

It was found that three out of five parishes where the discontinuous urban tissue increase was more pronounced in the last two decades are peri-urban. It was in these that the dependence on the private car commuting was major over the last decade. At the same time, the major reduction in the bus use occurred in peri-urban parishes. This implies higher energy consumption, which was verified by the energy consumption per capita analysis in 2011 commuting in each parish. In the potential accessibility analysis by active transportation on a set of basic services and public open areas it was found that the respective indices are lower in peri-urban parishes.

Key-words: energetic consumption, urban planning, land use, commuting, modal distribution, accessibility, urban and peri-urban parishes.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	19
1.1. Enquadramento.....	19
1.2. Objectivos.....	20
1.3. Organização da dissertação.....	20
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	23
2.1 Consumo de energia nas cidades	23
2.1.1. Transportes.....	23
2.1.2. Edifícios de habitação e serviços	25
2.1.3. Estrutura urbana	27
2.1.4. Estrutura ecológica.....	29
2.1.5. Autarquias	30
2.1.6. Gestão de resíduos sólidos urbanos.....	32
2.1.7. Sistemas de saneamento e abastecimento de águas.....	33
2.1.8. Energias renováveis.....	35
2.1.9. Sistemas fundamentais na redução dos consumos energéticos nas cidades	36
2.2. Transportes e Mobilidade	36
2.2.1. Elementos que influenciam o sistema de transportes e a mobilidade urbana.....	37
2.2.1.1. Ordenamento do território e desenho urbano	37
2.2.1.2. Automóvel privado <i>versus</i> Transportes públicos	39
2.2.1.3. A integração dos modos suaves	42
2.2.2. Soluções técnicas e organizacionais da gestão da mobilidade urbana	43
2.2.2.1. Intermodalidade e interfaces	44
2.2.2.2. Gestão do tráfego e do estacionamento.....	45
2.2.2.3. Gestão do espaço público	47
2.2.2.4. A promoção dos modos suaves.....	50
2.2.3. Modos suaves na deslocação casa-escola.....	51

2.2.3.1.	Resistências em deixar as crianças deslocarem-se de forma autónoma	52
2.2.3.2.	Benefícios da deslocação a pé e de bicicleta.....	54
2.2.4.	Promoção dos modos suaves na deslocação casa-escola	55
2.2.4.1.	Iniciativas contínuas ao longo do ano escolar	56
2.2.4.2.	Actividades pontuais e frequentes ao longo do ano escolar	57
2.2.4.3.	Redução da velocidade de tráfego nas proximidades das escolas.....	58
2.2.4.4.	Avaliação da localização das escolas	59
2.3.	Relação entre a estrutura urbana e a procura de transporte	60
2.3.1.	Orientação espacial da expansão urbana – O exemplo de Curitiba.....	60
2.3.2.	Integração dos sistemas de uso do solo e transportes nos planos de Ordenamento do Território	64
2.3.3.	O conceito de acessibilidade urbana.....	66
2.3.4.	Medidas de acessibilidade.....	66
2.3.5.	Resultados da análise quantitativa da acessibilidade	67
2.4.	Relação entre a estrutura urbana e os consumos energéticos	68
2.4.1.	Padrões de urbanização	71
2.4.2.	Reordenamento e reconfiguração do espaço urbano	74
2.4.3.	Ocupação e reabilitação de espaços abandonados	75
2.4.4.	Parque urbano edificado e medidas de eficiência energética	77
2.4.5.	Desenho passivo de edifícios e cidades.....	79
3.	METODOLOGIA.....	81
3.1.	Abordagem geral – principais etapas	81
3.2.	Metodologia para o caso de estudo.....	82
3.3.	Metodologia para a análise dos resultados	83
3.3.1.	Análise dos movimentos pendulares e da distribuição.....	83
3.3.2.	Determinação dos consumos energéticos associados às deslocações pendulares	84
3.3.3.	Análise dos padrões de ocupação e uso do solo	86
3.3.4.	Análise da cobertura temporal, espacial e populacional dos TCB	86

3.3.5.	Análise da multimodalidade e da intermodalidade da rede de transportes públicos..	89
3.3.6.	Análise da acessibilidade potencial através dos modos suaves a um conjunto de equipamentos e serviços.....	89
4.	CASO DE ESTUDO: Concelho do Barreiro	93
4.1.	Área de estudo	93
4.1.1.	Localização.....	93
4.1.2.	Território e população.....	93
4.1.3.	Infra-estruturas de transportes e acessos viários	94
4.1.4.	Enquadramento histórico e desenvolvimento do território	95
4.1.5.	Situação actual	96
4.2.	Análise de características demográficas, urbanísticas e de mobilidade	98
4.3.	Características do sistema de transportes no Barreiro	108
4.3.1.	Os diferentes modos de transporte colectivo no Barreiro.....	108
4.3.1.1.	Transporte fluvial – Soflusa	109
4.3.1.2.	Transporte ferroviário – Comboios de Portugal (CP)	110
4.3.1.3.	Transporte ferroviário – Fertagus	110
4.3.1.4.	Transporte rodoviário – Transportes Colectivos do Barreiro (TCB)	110
4.3.1.5.	Transporte rodoviário – Transportes Sul do Tejo (TST).....	111
4.3.1.6.	Transporte ligeiro de tracção eléctrica – Metropolitano Sul do Tejo (MST).....	111
4.3.2.	Tráfego no Barreiro	112
4.3.2.1.	Tráfego rodoviário.....	112
4.3.2.2.	Tráfego Ferroviário	113
4.4.	Análise dos consumos energéticos do concelho.....	114
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	121
5.1.	Análise dos movimentos pendulares e da distribuição modal.....	121
5.2.	Determinação dos consumos energéticos associados às deslocações pendulares	142
5.3.	Análise dos padrões de ocupação e uso do solo.....	145

5.4. Análise da cobertura temporal, espacial e populacional dos Transportes Colectivos do Barreiro.....	151
5.5. Análise da multimodalidade e intermodalidade da rede de transportes públicos.....	157
5.6. Análise da acessibilidade potencial a diversos locais de serviços e actividades	160
6. CONCLUSÕES	177
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	181
APÊNDICES.....	195

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Tráfego congestionado típico nas horas de ponta em direcção aos principais centros urbanos	24
Figura 2.2. Perfil geral do efeito de ilha de calor.....	28
Figura 2.3. Intensidade energética de cada etapa do ciclo urbano de água.....	34
Figura 2.4. Consumo de energia por modo de transporte de passageiros na UE-27.....	40
Figura 2.5. Integração da bicicleta com o modo ferroviário em Copenhaga	44
Figura 2.6. Distribuição modal em função da disponibilidade de estacionamento no local de trabalho..	46
Figura 2.7. Interações sociais consoante o nível de tráfego segundo Donald Appelyard, 1981.	48
Figura 2.8. New Road, em Brighton – alteração da dinâmica do espaço público decorrente de um projecto de requalificação.....	49
Figura 2.9. Envolvimento da comunidade escolar em esquemas de mobilidade sustentável para crianças	53
Figura 2.10. Percursos definidos num programa de mobilidade escolar sustentável de uma escola primária	56
Figura 2.11. Programas de mobilidade sustentável na deslocação entre casa e escola	57
Figura 2.12. Corredor estrutural de Boqueirão e modelo do plano director da cidade de Curitiba.....	61
Figura 2.13. Interação entre os sistemas de uso do solo e dos transportes	64
Figura 2.14. Impactes da urbanização nas estruturas urbanas e procura de energia	69
Figura 2.15. Relação entre a energia consumida nos transportes e a densidade urbana	73
Figura 2.16. Duisburd Nord Park, na Alemanha – um projecto de reabilitação e requalificação de um espaço industrial abandonado	77
Figura 3.1. Mapa gerado para o concelho do Barreiro com as subsecções estatísticas da BGRI	87
Figura 4.1. Área de estudo: concelho do Barreiro. As oito freguesias que a compõem são: 1 – Barreiro, 2 – Lavradio, 3 – Verderena, 4 – Alto do Seixalinho, 5 – Santo André,.....	93
Figura 4.2. Fotografia aérea das freguesias do Barreiro e Lavradio.....	94
Figura 4.3. Principais acessos ao concelho do Barreiro.....	95
Figura 4.4. Taxa de atracção/repulsão do concelho do Barreiro em 2005	97
Figura 4.5. Fotografia aérea da área de estudo	98
Figura 4.6. Evolução da densidade populacional no concelho do Barreiro e por freguesia entre 1991 e 2011.....	99
Figura 4.7. Densidade populacional das freguesias do concelho do Barreiro em 2011.....	100

Figura 4.8. Distribuição do número de edifícios do concelho do Barreiro por período de construção e por freguesia	101
Figura 4.9. Estado de conservação do parque edificado no concelho do Barreiro e por freguesia.....	102
Figura 4.10. Necessidades de reparação no parque edificado e sua dimensão no concelho do Barreiro e por freguesia.....	103
Figura 4.11. Proporção do número de edifícios isolados construídos na última década (2001-2011) no concelho do Barreiro e por freguesia	104
Figura 4.12. Evolução dos certificados emitidos por classe energética no concelho do Barreiro	105
Figura 4.13. Evolução da proporção da utilização do automóvel no concelho do Barreiro entre 1991 e 2011 por freguesia.....	107
Figura 4.14. Proporção das deslocações pendulares com origem no concelho do Barreiro em 2011 por destino	107
Figura 4.15. Parque exclusivo de bicicletas no terminal fluvial do Barreiro	109
Figura 4.16. Rede de metropolitano ligeiro da margem sul do Tejo, eixos construídos e eixos previstos – MST	112
Figura 4.17. Rede de transportes do concelho do Barreiro	113
Figura 4.18. Evolução do consumo de energia eléctrica no concelho do Barreiro entre 2000 e 2010 por sector de consumo	114
Figura 4.19. Detalhe da evolução dos consumos de energia eléctrica no concelho do Barreiro	115
Figura 4.20. Repartição de consumidores de energia eléctrica no concelho do Barreiro por sector de consumo	116
Figura 4.21. Distribuição do consumo de energia eléctrica no concelho do Barreiro por sector de consumo	116
Figura 4.22. Evolução das vendas de combustíveis líquidos e gasosos no concelho do Barreiro entre 2000 e 2010	117
Figura 4.23. Desagregação do consumo de combustíveis líquidos e gasosos no concelho do Barreiro por tipo de combustível.....	118
Figura 4.24. Repartição dos consumos de energia eléctrica da autarquia em 2011	119
Figura 5.1. Proporção das deslocações pendulares com origem no concelho do Barreiro consoante o destino	121
Figura 5.2. Evolução das deslocações com origem no concelho do Barreiro por motivo de deslocação e por destino	122
Figura 5.3. Evolução da distribuição modal de todas as deslocações pendulares com origem no concelho do Barreiro entre 2001 e 2011	123

Figura 5.4. Movimentos pendulares com origem no concelho do Barreiro e destino no concelho de Lisboa.....	125
Figura 5.5. Evolução da distribuição modal das deslocações com origem no concelho do Barreiro e destino no concelho de Lisboa	125
Figura 5.6. Movimentos pendulares com origem no concelho do Barreiro e destino no concelho da Moita	126
Figura 5.7. Evolução da distribuição modal das deslocações com origem no concelho do Barreiro e destino no concelho da Moita.....	127
Figura 5.8. Movimentos pendulares com origem no concelho do Barreiro e destino no concelho de Palmela	128
Figura 5.9. Evolução da distribuição modal das deslocações com origem no concelho do Barreiro e destino no concelho de Palmela	128
Figura 5.10. Movimentos pendulares com origem no concelho do Barreiro e destino no concelho de Setúbal.....	129
Figura 5.11. Evolução da distribuição modal das deslocações com origem no concelho do Barreiro e destino no concelho de Setúbal	130
Figura 5.12. Movimentos pendulares com origem e destino no concelho do Barreiro.....	131
Figura 5.13. Evolução da distribuição modal das deslocações com origem e destino no concelho do Barreiro Adaptado de INE (2011d)	132
Figura 5.14. Movimentos pendulares com origem no concelho do Barreiro e destino nos concelhos de Lisboa, Moita, Palmela e Setúbal e no próprio concelho por freguesia.....	133
Figura 5.15. Evolução da distribuição modal de cada freguesia do concelho do Barreiro entre 2001 e 2011.....	134
Figura 5.16. Distribuição modal em 2011 das deslocações pendulares com origem nas diferentes freguesias do concelho do Barreiro e destino no concelho de Lisboa	136
Figura 5.17. Distribuição modal em 2011 das deslocações pendulares com origem nas diferentes freguesias do concelho do Barreiro e destino no concelho da Moita.....	137
Figura 5.18. Distribuição modal em 2011 das deslocações pendulares com origem nas diferentes freguesias do concelho do Barreiro e destino no concelho de Palmela	138
Figura 5.19. Distribuição modal em 2011 das deslocações pendulares com origem nas diferentes freguesias do concelho do Barreiro e destino no concelho de Setúbal	139
Figura 5.20. Deslocações das freguesias do concelho do Barreiro dentro do próprio concelho em 2011	140
Figura 5.21. Distribuição modal em 2011 das deslocações pendulares com origem nas diferentes freguesias do concelho do Barreiro e destino na própria freguesia	140

Figura 5.22. Distribuição modal em 2011 das deslocações pendulares com origem nas diferentes freguesias do concelho do Barreiro e destino noutra freguesia do concelho	141
Figura 5.23. Contribuição de cada modo de transporte no consumo anual de energia nas deslocações pendulares relativo aos anos de 2001 e 2011.....	143
Figura 5.24. Consumo anual de energia nas deslocações pendulares de 2011 consoante o concelho de destino	144
Figura 5.25 Consumo de energia <i>per capita</i> nas deslocações pendulares de 2011 por freguesia	144
Figura 5.26. Ocupação e uso do solo do concelho do Barreiro.....	146
Figura 5.27. Evolução do tecido urbano e da área industrial entre 1990 e 2006 no concelho do Barreiro	148
Figura 5.28. Evolução da área de tecido urbano descontínuo e da população residente no concelho do Barreiro nas últimas duas décadas por freguesia	149
Figura 5.29. Variação do tecido urbano descontínuo nas freguesias que viram esta área alterar-se nas últimas duas décadas por período de tempo.....	150
Figura 5.30. Frequência de passagem em cada uma das paragens dos TCB nas horas de ponta (das 6h às 9h e das 17h às 20h).....	152
Figura 5.31. Cobertura espacial das paragens dos TCB.....	154
Figura 5.32. Utilização de um segundo modo de transporte nas deslocações pendulares com origem no concelho do Barreiro por freguesia e por destino	157
Figura 5.33. Principais interfaces de transportes do concelho do Barreiro	158
Figura 5.34. Número de paragens da TCB com ligação a outras carreiras da TCB por freguesia	159
Figura 5.35. Localização dos diferentes tipos de serviços básicos e actividades de lazer seleccionados e respectivos <i>buffers</i> de 500m, 1km e 2km	161
Figura 5.36. Acessibilidade ao conjunto de tipologias de serviços e actividades a 500 m por freguesia ..	166
Figura 5.37. Proporção da população de cada freguesia do concelho do Barreiro que pode aceder a pé (500 m) um determinado número de serviços e actividades.....	167
Figura 5.38. Acessibilidade ao conjunto de tipologias de serviços e actividades a 1 km por freguesia ..	168
Figura 5.39. Proporção da população de cada freguesia do concelho do Barreiro que pode aceder a pé ou de bicicleta (1 km) um determinado número de serviços e actividades	169
Figura 5.40. Acessibilidade ao conjunto de tipologias de serviços e actividades a 2 km por freguesia ..	170
Figura 5.41. Proporção da população de cada freguesia do concelho do Barreiro que pode aceder de bicicleta (2 km) um determinado número de serviços e actividades.	171
Figura 5.42. Localização dos locais de ensino identificados e respectivos buffers de 250m, 500m, 1km e 2km	172

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 4.1. Dados geográficos das oito freguesias do concelho do Barreiro.....	99
Tabela 4.2. Dados geográficos das oito freguesias do concelho do Barreiro.....	106
Tabela 5.1. Áreas e proporção de ocupação segundo as diferentes classes de ocupação e uso do solo.....	146
Tabela 5.2. Evolução da ocupação urbana no concelho do Barreiro.	149
Tabela 5.3. Índices de cobertura espacial e populacional dos TCB para cada uma das freguesias do concelho do Barreiro	155
Tabela 5.4. Índice composto de cobertura populacional e frequência de passagem dos TCB para cada uma das freguesias do concelho do Barreiro	156
Tabela 5.5. Proporção da área das freguesias acessível a 500m, 1km e 2km a cada uma das tipologias de serviços e actividades seleccionadas por freguesia	162
Tabela 5.6. Índice de acessibilidade da população a 500m, 1km e 2km de cada uma das tipologias de serviços e actividades seleccionadas por freguesia	164
Tabela 5.7. Índice de acessibilidade da população estudante a 250 m, 500 m, 1 km e 2 km dos locais de ensino do ciclo correspondente por freguesia.....	173

1. INTRODUÇÃO

1.1. Enquadramento

Actualmente, segundo as UN (2008) as áreas urbanas acomodam mais de 50% da população mundial, prevendo-se que em 2050 este valor seja de 70%. Esta tendência será acompanhada pelo aumento acentuado dos consumos de energia nas cidades (IEA, 2008). Tal constitui uma preocupação premente das várias organizações internacionais e dos governos nacionais uma vez que a procura de energia nos meios urbanos é dominada pelos combustíveis fósseis. Perante desafios como o crescente consumo de energia, a dependência dos combustíveis fósseis, a escassez dos recursos energéticos e as alterações climáticas, a implementação de estratégias de conservação de energia à escala urbana é essencial para que futuros desenvolvimentos acomodem as necessidades futuras sem comprometer a qualidade de vida alcançada.

A necessidade de travar os padrões de consumo de energia actuais nas cidades realça a relevância de estudar a relação entre as opções de desenvolvimento urbano e os consumos de energia. O metabolismo das actividades urbanas tem vindo a intensificar-se nas últimas décadas no que diz respeito aos consumos energéticos (Pauleit e Duhme, 2000). Urge, assim, repensar a forma de desenvolver os meios urbanos e realizar as alterações necessárias naqueles já existentes e nas suas infra-estruturas por forma a contrabalançar e amenizar os impactes que as opções de ordenamento do território têm nos consumos energéticos.

O desenvolvimento de sociedades sustentáveis constitui um desafio actual que requiere um planeamento energético coordenado ao nível nacional, regional e local (Brandoni e Polonara, 2012). Ao conciliar uma abordagem tanto centralizada como descentralizada é possível identificar medidas de conservação de energia, tecnologias e fontes de energia alternativas que melhor se adequam a cada território (Hiremath *et al.*, 2007; Klevas e Antinucci, 2004). A abordagem descentralizada, tanto ao nível regional como local, permite ainda aproximar as questões de planeamento energético da população, sensibilizando esta para as alternativas mais sustentáveis (Brandoni e Polonara, 2012). O envolvimento da população no processo de desenvolvimento urbano é reconhecidamente importante uma vez que cada localidade tem diferentes necessidades e o planeamento das suas funções será tanto mais sustentável quanto mais adequado à sua comunidade for (Loures e Burley, 2012).

As cidades que mais depressa começarem a acomodar os princípios de sustentabilidade são aquelas que mais cedo vão proporcionar aos seus cidadãos uma melhoria da qualidade de vida. São aquelas cuja gestão beneficiará num futuro próximo de uma visão integrada dos diversos sistemas que geram

1 INTRODUÇÃO

cidades cada vez mais complexas. São também aquelas cuja variabilidade de opções de deslocação, de experiências e de oportunidades vai atrair mais pessoas que procuram um estilo de vida saudável e próspero.

Um desenvolvimento urbano cuja abordagem contemple as questões energéticas permite interligar todos os sectores deste sistema segundo os mesmos valores de sustentabilidade e contribuir para a criação de melhores condições num futuro em que os desperdícios não têm lugar. Isto porque objectivos de eficiência energética, conservação de energia, minimização das emissões de gases com efeito de estufa (GEE) e conservação do solo não implicam uma redução na qualidade de vida a que as sociedades ocidentais se habituaram. Antes pelo contrário. Medidas e políticas neste sentido coadunam-se com sociedades mais equitativas, com um maior desenvolvimento económico das cidades e com um ambiente mais saudável, tanto em termos físicos, como fisiológicos e mentais.

1.2. Objectivos

Esta dissertação teve como objectivo principal investigar acerca das implicações da estrutura territorial nos consumos energéticos à escala urbana. A nível teórico pretendeu-se estudar as várias interacções do sistema urbano com implicações nos consumos energéticos das cidades e identificar as componentes cujo impacte é maior. A abordagem prática, baseando-se nos achados anteriores, visou explorar a relação entre diferentes padrões de ocupação urbana, opções de mobilidade e os consumos energéticos. O objectivo da análise realizada foi associar a distribuição modal dos movimentos pendulares, o consumo de energia *per capita* destas deslocações e o potencial de acessibilidade através dos modos suaves a um conjunto de serviços básicos e equipamentos a diferentes padrões de ocupação urbana.

1.3. Organização da dissertação

Esta dissertação encontra-se dividida em seis capítulos – introdução, revisão de literatura, metodologia, caso de estudo, resultados e discussão e conclusões. O primeiro consiste na introdução e apresentação da investigação realizada, onde é feito o enquadramento da temática e identificados os objectivos e a estrutura do trabalho.

No segundo capítulo, apresenta-se a revisão bibliográfica que se divide em quatro subcapítulos principais. A complexidade das relações existentes entre as opções de ordenamento do território e os consumos energéticos nas cidades solicita uma organização fragmentada dos diferentes

subsistemas urbanos, constituindo o primeiro subcapítulo. Após uma abordagem que visa inicialmente o panorama geral, os seguintes subcapítulos focam-se nos elementos centrais da problemática energética à escala urbana que se referem aos transportes e mobilidade, à relação entre a procura de transporte e a estrutura urbana e aos elementos característicos da própria estrutura urbana.

No terceiro capítulo apresenta-se a metodologia desenvolvida no que diz respeito ao faseamento da análise do caso de estudo escolhido – o concelho do Barreiro – bem como à recolha da informação necessária e às ferramentas utilizadas. A apresentação do caso de estudo é realizada no quarto capítulo, onde a área de estudo é caracterizada e analisada em relação a um conjunto de características demográficas, espaciais, urbanísticas e de mobilidade cuja influência nos consumos energéticos à escala urbana se encontra identificada na revisão bibliográfica.

No quinto capítulo é realizada uma análise aprofundada dos movimentos pendulares com origem no concelho do Barreiro, da sua distribuição modal e dos consumos de energia associados. Procedeu-se também à análise da cobertura dos Transportes Colectivos do Barreiro, da intermodalidade da rede de transportes, dos padrões de ocupação e uso do solo e da acessibilidade potencial a um conjunto de serviços básicos e equipamentos através dos modos suaves. Por fim, no sexto capítulo apresentam-se as conclusões finais do estudo desenvolvido bem como algumas considerações acerca de aplicações práticas e possíveis desenvolvimentos futuros.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Consumo de energia nas cidades

“Cities can offer remedies to the worldwide crises – if only we put them in better positions to respond to the challenges of our age, optimizing resources and harnessing the potentialities of the future.”

(UN-HABITAT 2012)

Cada vez mais, as actividades realizadas pelas pessoas nos meios urbanos necessitam de energia para acontecerem. Desde as deslocações quotidianas à frequente utilização de aparelhos electrónicos, passando pela satisfação de um conjunto de necessidades básicas como a alimentação, os cuidados higiénicos e de saúde e o conforto. Segundo a Agência Internacional de Energia (IEA, 2008), dois terços do consumo mundial de energia primária ocorre nas áreas urbanas. Um estudo recente da mesma indica que o consumo energético nas cidades em 2050 irá aumentar para 80-90% da energia produzida mundialmente. A avaliação do potencial de redução dos consumos energéticos nos diferentes sectores urbanos constitui um tema relevante e actual. Também a noção de que as cidades representam um conjunto de funções fundamentais que se influenciam mutuamente permite otimizar o desempenho energético das cidades através de uma abordagem estratégica que as integre.

2.1.1. Transportes

O sector dos transportes é um dos maiores responsáveis pelo consumo energético mundial, nomeadamente de fontes de energia fóssil, antecipando-se graves consequências no que diz respeito à escassez deste tipo de energia e à necessidade de mitigar as alterações climáticas. Urge então reduzir o consumo de tais fontes de energia no sector dos transportes, residindo os principais potenciais de poupança em opções tecnológicas e de gestão urbana (Bueno, 2012).

O consumo final de energia aumentou significativamente nas últimas duas décadas na União Europeia (31%), apesar da crise económica ter contribuído em 2009 para reverter ligeiramente esta tendência (EC, 2011). Em geral, os factores que contribuíram para este aumento são o incremento das distâncias percorridas, tanto ao nível do transporte de passageiros como de mercadorias, a existência de mais veículos nas estradas e a rápida evolução do transporte aéreo (Stead, 2007).

Actualmente, o sector dos transportes é responsável por 33% do consumo de energia final na União Europeia (EC, 2011). Em 2010 a componente rodoviária representou 85,3% do consumo energético total do sector dos transportes na União Europeia, sendo que 76,6% decorriam da utilização do automóvel privado. Referindo-se apenas a frota automóvel, apesar do seu consumo específico ter decrescido nestas duas décadas, os crescentes níveis de posse e uso do automóvel juntamente com condições de tráfego menos favoráveis, como o aumento do congestionamento, justificam o aumento do consumo energético verificado (Stead, 2007).

As previsões da Comissão Europeia indicam ainda que o sector dos transportes sozinho vai ver o seu consumo de energia aumentar em 28%, entre 2000 e 2030. Em Portugal, o aumento previsto é de 76% (EC, 2003) o que cria preocupações sérias dada a dependência na importação de combustíveis fósseis, componente principal do consumo energético do sector.



Figura 2.1. Tráfego congestionado típico nas horas de ponta em direcção aos principais centros urbanos
Fonte: EMI (2012)

Em 2001, a Comissão Europeia publicou o *White Paper – European Transport Policy for 2010: time to decide* onde abordou a diversidade de fontes de energia para os transportes e um conjunto de boas práticas cujo foco principal é a promoção da utilização dos transportes públicos e dos modos não motorizados e da partilha do automóvel privado. As últimas pretendem apoiar os objectivos de redução do congestionamento e melhoria do serviço por forma a tornar o transporte público e os modos não motorizados em alternativas mais atractivas que o automóvel privado. Algumas das práticas sugeridas são a criação de faixas prioritárias aos transportes públicos e de infra-estruturas para os modos não motorizados e transportes públicos (EC, 2001a). Um programa de referência neste âmbito, à escala urbana, é o CIVITAS.

Se por um lado o aumento da eficiência energética no sector dos transportes é um dos factores-chave para que os consumos energéticos sejam inferiores, Pérez *et al.* (2010) afirmam que a implementação de novas tecnologias encontra-se limitada a uma pequena porção da frota global de veículos e a homogeneização do sector segundo critérios de eficiência energética levará décadas a atingir. A redução dos consumos energéticos do sector dos transportes requer, assim, o desenvolvimento conjunto de políticas de ordenamento do território e do planeamento dos transportes e mobilidade de modo a induzir novos hábitos de mobilidade e reduzir a dependência do automóvel privado (Ribeiro *et al.*, 2007).

De acordo com Mendiluce e Schipper (2011), ao nível das cidades, as soluções a curto-prazo incluem a integração do sistema de transportes urbano, de planos de mobilidade urbana, tecnologias de telecomunicação e incentivos para a deslocação não motorizada; a longo-prazo é necessário um melhor planeamento à escala urbana e regional, a construção de novas infra-estruturas promotoras de intermodalidade e a mudança da percepção cultural acerca das deslocações. Os planos de mobilidade urbana, por exemplo, devem contemplar o acesso por transportes públicos aos principais pólos atractores na cidade e cidades limítrofes, nomeadamente no que diz respeito aos principais locais de trabalho, de compras e lazer (IDAE, 2006).

Outra questão fulcral é a recuperação do espaço público para deslocações não motorizadas, principalmente quando se verifica que grande parte das deslocações de automóvel privado se dá em curtas distâncias. Segundo a EEA (2006a) metade das deslocações de automóvel privado em muitas cidades europeias poderia ser evitada substituindo aquelas que se dão entre 3 km e 5 km pela bicicleta ou andando a pé. Assim, é necessário repensar e redesenhar uma rede viária cujo desenvolvimento veio roubar espaço público aos modos não motorizados. A priorização destes modos promove a sua utilização tanto de um ponto de vista lúdico como em substituição efectiva de deslocações realizadas diariamente de automóvel privado.

Neste ponto, é relevante referir que cidades mais dispersas diminuem as opções de deslocação através dos modos não motorizados e também dos transportes públicos, o que comporta consequências indesejáveis para um sistema de transportes urbano que se pretende mais sustentável (Mendiluce e Schipper, 2011). Apesar de vários modelos de uso do solo e transportes terem sido usados ao longo das últimas décadas, o benefício do seu uso de uma perspectiva energética foi apenas recentemente identificado pelos estudiosos (Keirstead *et al.*, 2012).

2.1.2. Edifícios de habitação e serviços

Os edifícios são um dos sectores onde o consumo de energia é maior, representando cerca de 30% da energia final consumida no mundo (IEA, 2011). Na União Europeia, este valor é de 37%, sendo que

apenas os edifícios residenciais totalizam 26% (Pérez-Lombarda *et al.*, 2008). A necessidade de minimizar o consumo energético é realçada por estas estatísticas, sendo que esta constitui actualmente uma preocupação fundamental tanto na arquitectura dos edifícios como no planeamento urbano (Okeil, 2010).

Padrões de construção mais elevados, planeamento e desenho dos edifícios considerando a exposição e protecção aos factores climáticos e implementação de equipamentos mais eficientes constituem estratégias de eficiência energética que permitem conservar energia neste sector. A nível internacional são várias as iniciativas desenvolvidas actualmente que visam promover edifícios energeticamente mais eficientes como o desenvolvimento de um reconhecido sistema de certificação de edifícios que dá pelo nome de *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED) ou aquelas desenvolvidas pelo *World Green Building Council* (WGBC), que reúne diversos países (Sadineni *et al.*, 2011).

O elevado potencial de redução dos consumos energéticos nos edifícios pode ser alcançado através de um conjunto diversificado de estratégias de eficiência energética. Consequentemente, regulamentação e legislação neste sentido têm vindo a ser desenvolvidas e melhoradas pelos diferentes países de acordo com as necessidades energéticas relativas a cada tipo climático. Um exemplo disto é a Directiva 2002/91/CE relativa ao Desempenho Energético dos Edifícios.

As medidas de eficiência energética podem dividir-se em activas ou passivas. Segundo Sadineni *et al.* (2011), as primeiras incluem as melhorias ao nível dos sistemas de aquecimento, ventilação e ar condicionado e iluminação eléctrica. As segundas referem-se a intervenções nos elementos constituintes do edifício que formam a interface entre o ambiente exterior e o interior, como as paredes, as fenestragens e os telhados. Estas últimas têm recebido particular atenção nos últimos anos devido à sua grande influência nas condições de conforto interior.

A implementação de tais medidas leva a melhorias no desempenho térmico e, consequentemente, energético deste sector uma vez que as necessidades de aquecimento e arrefecimento ficam reduzidas. No entanto, o estilo de vida reivindicado e as exigências do mundo de trabalho podem fazer com que o consumo médio de energia dos edifícios aumente (Gaglia *et al.*, 2007). Assim, a integração de sistemas de energias renováveis, nomeadamente a instalação de colectores solares para aquecimento de águas sanitárias ou de painéis fotovoltaicos para produção de energia eléctrica, pode desempenhar um papel importante na satisfação de parte das necessidades energéticas. Tal iniciativa tem vindo a ser sugerida e regulamentada em directrizes e políticas comunitárias e nacionais juntamente com medidas de conservação energética (Okeil, 2010).

Segundo Descalaki *et al.* (2011) quando se avalia o desempenho energético deste sector são vários os factores que devem ser tidos em consideração: os elementos constituintes dos edifícios que formam a interface entre o ambiente exterior e o interior, a distribuição de idades do conjunto de edifícios construídos, as condições meteorológicas do meio urbano onde estão inseridos, o tamanho dos edifícios e o tipo, idade e eficiência dos equipamentos instalados. O potencial de poupança energética das medidas de conservação de energia varia também consoante as funções desempenhadas em cada tipo de edifício uma vez que destas dependem os usos finais de energia (aquecimento e arrefecimento do ambiente, aquecimento de águas sanitárias, iluminação eléctrica).

No conjunto de edifícios não residenciais, 52% da energia é consumida para aquecimento do ambiente, 14% para iluminação, 9% para aquecimento de águas, 5% para cozinhar, 4% para arrefecimento e 16% para outros usos (EC, 2001b). Já no que diz respeito ao conjunto de edifícios residenciais os usos finais de energia cujo consumo é maior são o aquecimento do ambiente e o aquecimento de águas sanitárias (Descalaki *et al.*, 2011).

No entanto, não são apenas as características dos edifícios ou as actividades neles realizadas que determinam o consumo energético aí efectuado (Moonen *et al.*, 2012). Estes localizam-se num contexto urbano cuja morfologia influencia as condições microclimáticas que, por sua vez, vão também afectar os consumos energéticos do sector (Kolokotroni *et al.*, 2006). Assim, novos projectos que pretendam minimizar a procura de energia nos edifícios devem ser incentivados por forma a incorporar estratégias de eficiência não só ao nível dos padrões de construção e requalificação, mas também a considerar a influência dos factores microclimáticos na sua forma e orientação.

A localização dos edifícios residenciais afecta também os consumos energéticos dos seus habitantes no que diz respeito às distâncias a percorrer nas deslocações necessárias. Num estudo desenvolvido por Stephan *et al.* (2012) a energia consumida directa e indirectamente nas deslocações é considerada como parte do ciclo de vida energético dos edifícios residenciais.

2.1.3. Estrutura urbana

As condições climáticas determinam, em qualquer região, as necessidades de aquecimento ou arrefecimento para que se atinja um determinado estado de conforto. Tal traduz-se muitas vezes em consumos energéticos elevados para climatização de espaços, representando a maior componente de consumo energético nos edifícios. A previsão de que estes consumos, nomeadamente para arrefecimento, venham a crescer no futuro decorre das projecções do IPCC que apontam um aumento da temperatura do planeta.

Nas cidades, a geometria do ambiente construído e natural interage com dois factores fundamentais do clima – a radiação solar e o movimento do ar. Quando tanto a exposição como a protecção a estes

factores são consideradas no planeamento urbano, não só se está a adaptar o espaço urbano para conservar energia, como se está a otimizar o potencial de exploração das energias renováveis para produção de energia eléctrica e climatização passiva dos edifícios (Grosso, 1998).

Por sua vez, as próprias características do ambiente construído influenciam o microclima urbano, nomeadamente a forma e a disposição dos edifícios, o desenho e orientação das ruas e o tamanho e a forma dos espaços urbanos abertos (Grosso, 1998). Também a existência de espaços verdes e corpos de água, os próprios materiais de construção dos edifícios e vias de comunicação e a densidade de construção afectam o microclima urbano. Kantzioura *et al.* (2012) concluíram que esta relação entre as características da estrutura urbana e as condições microclimáticas afecta o comportamento térmico dos edifícios e, consequentemente, as suas necessidades energéticas.

Neste contexto há que referir o efeito de ilha de calor (Figura 2.2), um fenómeno típico dos meios urbanos, caracterizado pelo aquecimento da atmosfera e superfícies urbanas em zonas mais densas (Kolokotroni *et al.*, 2012). Este efeito pode levar a um aumento de temperatura nas cidades entre 1°C e 3°C (EPA, 2013). De acordo com Bouyer *et al.* (2011) as necessidades energéticas para refrigeração e ar condicionado nos edifícios devidas a este fenómeno têm vindo, de facto, a aumentar. A aplicação de princípios bioclimáticos no planeamento urbano permite, assim, evitar consumos energéticos e otimizar a eficiência energética dos edifícios devido à minimização das necessidades de aquecimento, arrefecimento e ainda iluminação artificial nos edifícios.

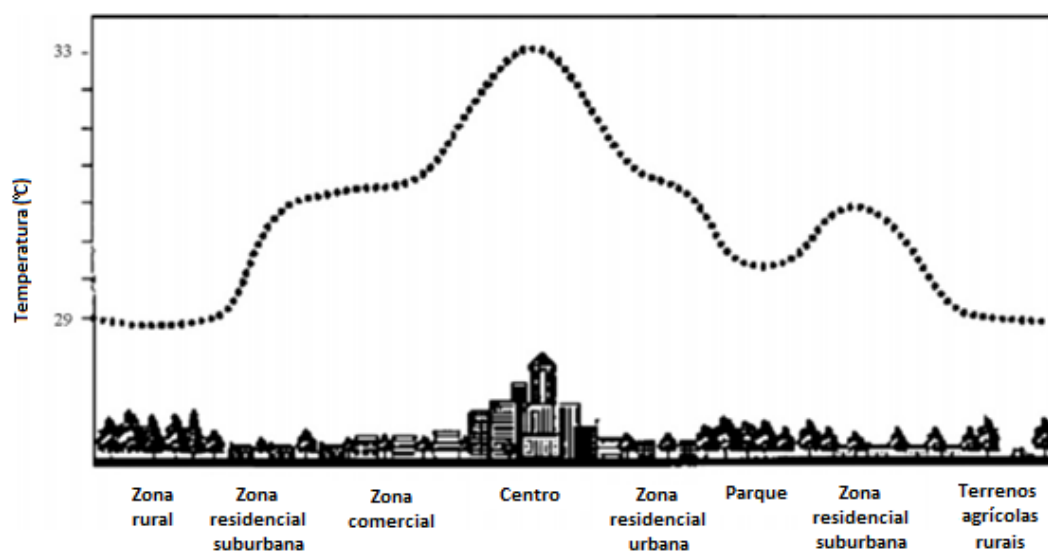


Figura 2.2. Perfil geral do efeito de ilha de calor
Adaptado de Madlener e Sunak (2011)

A crescente urbanização das cidades por forma a acomodar uma população urbana crescente leva também a uma maior concentração das actividades económicas nos meios urbanos. Tal leva a uma

transformação estrutural da economia devido à transferência da força de trabalho do sector agrícola nas zonas rurais para os sectores de serviços e industrial nas áreas urbanas (Madlener e Sunak, 2011). Esta transformação da economia por sua vez implica uma alteração nos padrões de consumo energéticos das cidades uma vez que a produção nestes dois sectores é energeticamente mais intensiva.

Outra questão que relaciona a estrutura urbana com o consumo de energia nas cidades é a sua distribuição espacial (Okeil, 2010). Cidades mais dispersas implicam também maiores distâncias a superar para chegar aos destinos pretendidos e um aumento do congestionamento, principalmente quando a maioria das funções e serviços se situam nos centros urbanos. Tal traduz-se num aumento do consumo de combustível. As estratégias e ferramentas que permitem contrariar os efeitos da dispersão urbana relativamente aos consumos energéticos que tal fenómeno implica serão abordadas nos próximos capítulos desta dissertação.

2.1.4. Estrutura ecológica

A distribuição e provisão de espaços verdes é um dos factores que influencia a configuração das condições microclimáticas nos meios urbanos (Gianna, 2001 *in* Georgi e Dimitriou, 2010). Mais especificamente, permite atenuar e equilibrar os efeitos indesejados dos factores climáticos que afectam o conforto térmico dos seus habitantes (Georgi e Dimitriou, 2010). Segundo Zoulia *et al.* (2009) podem observar-se diferenças de temperatura na ordem dos 7°C entre espaços verdes urbanos e áreas edificadas no Verão. Outra componente da estrutura ecológica que permite arrefecer a temperatura crescente do meio urbano são os corpos de água (Sun e Chen, 2012).

O funcionamento natural dos sistemas ecológicos é deveras complementar com as necessidades de regulação da temperatura dos meios urbanos, compreendendo um grande potencial enquanto ferramenta de conservação de energia. Tal tem sido confirmado por diversos estudos (La Greca *et al.*, 2011). O planeamento integrado dos espaços verdes, enquanto áreas recreativas e de conexão urbana, pode também contribuir para a conservação de energia nos meios urbanos ao incentivar uma mobilidade local não motorizada e redução da utilização do automóvel privado (Georgi e Dimitriou, 2010).

Segundo Okeil (2010) o aumento da vegetação nos meios urbanos permite aumentar as perdas de calor devido aos maiores volumes de evapotranspiração. A consequente diminuição da temperatura permite mitigar o efeito da ilha de calor (Dimoudi e Nikolopoulou, 2003). A integração de árvores no meio urbano permite ainda bloquear uma porção da radiação solar que chega ao pavimento, o que impede a absorção da energia solar por este e, consequentemente, contribui para a minimização do

efeito de ilha de calor (Kantzioura *et al.*, 2012; Kolokotroni *et al.*, 2012). Segundo Georgi e Dimitriou (2010), pavimentos sombreados apresentam temperaturas cerca de 3,1°C inferiores em média.

A colocação adequada de árvores ao redor dos edifícios permite também minimizar os consumos energéticos nos edifícios através da criação de sombras. Huang *et al.* (1987) descobriram que as necessidades de arrefecimento mecânico no Verão podem ser efectivamente minimizadas pela sombra originada pelas árvores em meio urbano. A escolha das espécies certas é também fundamental no cumprimento do potencial de arrefecimento do ambiente exterior no Verão e de recepção da pouca radiação solar existente no Inverno para os ambientes interiores (Georgi e Dimitriou, 2010). O efeito que a vegetação tem nos meios urbanos depende, no entanto, da razão entre as áreas verdes e a área construída (Okeil, 2010).

Em áreas urbanas mais densas, a integração de vegetação nas fachadas e telhados dos próprios edifícios constitui uma solução cada vez mais popular, com benefícios reconhecidos não só na paisagem urbana, mas também na qualidade do ambiente urbano e na melhoria do desempenho térmico dos edifícios (Okeil, 2010; Köhler *et al.*, 2002; Takebayashi e Moriyama, 2007). Actualmente, a cobertura dos telhados com vegetação é reconhecida por várias organizações. Enquanto algumas promovem a implementação desta medida de conservação de energia através de variados incentivos, como a Comissão de Energia da Califórnia (CEC), o Programa de Incentivo de Recursos Naturais em Edifícios Comerciais do Canadá (CBIP) ou o sistema LEED, em algumas cidades, nomeadamente no Japão, Alemanha e Suíça, a própria legislação e os regulamentos de construção urbana obrigam a que uma percentagem dos telhados seja coberta de vegetação (Okeil, 2010).

2.1.5. Autarquias

As autarquias enquanto gestoras do património municipal são responsáveis por muitos edifícios não residenciais, espaços públicos e serviços fundamentais como os transportes, a gestão de resíduos, os sistemas de saneamento e abastecimento de águas e a iluminação das ruas. Como proprietárias dos edifícios públicos, devem assumir um papel exemplar no desenvolvimento de iniciativas de redução de energia. Enquanto promotoras podem contribuir para a sensibilização dos cidadãos acerca das temáticas da energia e ambiente através de campanhas informativas (Comodi *et al.*, 2012). Como reguladoras podem promover a transição para uma sociedade de baixo carbono, por exemplo, através da definição de regulamentos de construção e requalificação dos edifícios e atribuição de licenças de construção a edifícios que reflectam critérios de eficiência elevados (Brandoni e Polonara, 2012).

Podem ainda influenciar o desenvolvimento e implementação de sistemas de energias renováveis nos municípios. O seu papel na conciliação dos vários sectores e definição de políticas, regulamentos

e programas que promovam um melhor desempenho energético à escala urbana é realçado na Directiva 2006/32/EC relativa à Eficiência na Utilização Final de Energia e aos Serviços de Energia.

Dentro da influência das autarquias, não se considerando o sector dos transportes, o sector dos edifícios é aquele cuja contribuição para a redução dos consumos energéticos é maior, nomeadamente no que diz respeito à isolamento térmica dos edifícios privados e públicos (Brandoni e Polonara, 2012). Tal deve-se ao facto da maior parte do parque edificado ter sido construída previamente ao desenvolvimento de legislação sobre a eficiência energética dos edifícios.

Estudos revelam que as escolas são as principais responsáveis pelo consumo térmico realizado nos edifícios públicos municipais e a iluminação das ruas pelos consumos de energia eléctrica (Fiaschi *et al.*, 2012; Comodi *et al.*, 2012). Num estudo realizado em várias escolas em Itália, (Desideri e Proietti, 2002) descobriram que intervenções ao nível dos edifícios e dos equipamentos electromecânicos poderiam levar a poupanças nos consumos de energia térmica e eléctrica na ordem dos 38% e dos 46%, respectivamente. Também a gestão da iluminação pública obtém resultados significativos no que diz respeito à redução dos consumos energéticos (Brandoni e Polonara, 2012).

Uma das etapas fundamentais na definição de uma estratégia energética à escala urbana é o desenvolvimento de planos energéticos municipais por parte das autarquias ou agências de energia associadas. A sua realização permite identificar as áreas de acção críticas para a redução dos consumos energéticos, avaliar as iniciativas mais adequadas neste sentido e estudar o potencial de exploração de fontes de energia renovável. Este processo permite o aproveitamento de oportunidades decorrentes da adesão a movimentos e programas internacionais que reúnem experiências e conhecimentos nesta temática e de fundos europeus disponíveis especificamente para iniciativas que visam a conservação da energia e que podem ser aproveitadas pelos municípios que se disponham a caminhar neste sentido (Brandoni e Polonara, 2012).

Refere-se, a título de exemplo, o Pacto dos Autarcas, um movimento europeu que envolve várias autarquias locais e regionais que pretendem aumentar a eficiência energética e a utilização de fontes de energia renovável no território por forma a cumprir o objectivo de redução das emissões de CO₂ em 20% até 2020. As estratégias desenvolvidas no âmbito deste pacto requerem a promoção da utilização racional de energia ao nível dos municípios, mas também de programas que se dirijam especificamente aos consumos realizados nos edifícios e instalações das autarquias assim como nos serviços públicos geridos por estas. A Agenda 21 constitui também um dos movimentos principais de compromisso dos governos locais e regionais com o aumento da eficiência energética.

2.1.6. Gestão de resíduos sólidos urbanos

A gestão dos resíduos sólidos urbanos (RSU) é de particular relevância nos meios urbanos e suburbanos onde as quantidades de produção são mais elevadas devido à concentração da população aí residente (Xydis e Koroneos, 2012). Em Portugal, regra geral, a recolha de resíduos sólidos urbanos é da responsabilidade dos municípios, sendo que no caso da recolha selectiva a responsabilidade pode ser assumida pelos municípios, entidades de gestão (SGRSU) ou empresas privadas (Magrinho *et al.*, 2006).

A legislação comunitária acerca dos RSU é recente, encontrando-se Portugal numa fase inicial segundo os padrões europeus (Magrinho *et al.*, 2006). O estudo de estratégias alternativas da sua gestão possibilita a realização dos objectivos definidos nos recentes programas nacionais de resíduos sólidos urbanos, nomeadamente no que diz respeito ao desempenho energético geral do processo.

Num estudo desenvolvido neste sentido em Espanha, Bovea *et al.* (2010) procederam à identificação dos consumos energéticos em diferentes fases do ciclo de vida da gestão de resíduos sólidos urbanos, verificando-se a importância das fases de recolha e transporte no desempenho energético devido aos consumos elevados de combustível. A actualização e revisão dos percursos de recolha e a localização das instalações são dois aspectos que devem ser considerados no delineamento de um sistema de gestão de RSU que pretenda minimizar os consumos energéticos. Cidades mais dispersas, implicando maiores distâncias a serem percorridas nas fases de recolha e transporte, levam a um aumento do consumo energético associado a esta fase.

A gestão de RSU compreende um conjunto de processos que requerem energia, sendo que na última fase do seu ciclo de vida a recuperação energética é possível aquando da deposição dos resíduos em aterro, da sua incineração ou biogaseificação (Bovea *et al.*, 2010). Apesar dos resíduos sólidos urbanos serem um combustível com baixo poder calorífico e a eficiência estimada das unidades de recuperação de energia dos resíduos sólidos urbanos ser de 30%, a sua implementação significa a realização de processos alternativos à deposição em aterro – cujos impactes ambientais são reconhecidamente negativos – com a vantagem acrescida de gerarem energia eléctrica (Xydis e Koroneos, 2012).

A produção de energia eléctrica a partir da biogaseificação foi identificada por Bovea *et al.* (2010) como sendo de 190 kWh por tonelada introduzida no biodigestor. Por sua vez, a recuperação energética após deposição em aterro decorre da produção de 250 Nm³ de biogás por tonelada das fracções biodegradáveis e 100 Nm³ por tonelada de resíduos da compostagem. Segundo Magrinho (2006) a incineração de 992 000 toneladas de resíduos sólidos em Portugal levou à produção de 572 GWh de energia eléctrica no ano de 2002.

2.1.7. Sistemas de saneamento e abastecimento de águas

Assim como na produção de energia são consumidos grandes volumes de água, também os sistemas de abastecimento e saneamento de água, nas várias fases, requerem elevados consumos de energia. Vários estudos têm sido realizados nos últimos anos com o objectivo de aferir as necessidades energéticas dos sistemas de abastecimento e drenagem de águas, demonstrando o interesse crescente nas relações de interdependência entre água e energia (Cooley e Wilkinson, 2012). Esta é uma área emergente decorrente das alterações dos padrões de consumo da água e da energia (Gregório e Martins, 2011). De facto, concretizando-se o aumento de população a viver nas cidades em 2030 previsto pelas Nações Unidas, aumentará a pressão na utilização tanto de água como de energia.

O crescimento urbano, e consequente necessidade de transportar mais água até locais mais distantes, é o principal responsável pelo aumento da procura de energia nas redes de distribuição (Moura, 2010). Esta é a etapa mais directamente relacionada com os padrões de ocupação do território no que diz respeito à energia requerida uma vez que é função, do ponto de vista da engenharia, do volume, pressão, elevação e distância (CEC, 2005). Um estudo da *Rutgers* (1995), Universidade Estatal de *New Jersey*, identificou um custo adicional relativo ao abastecimento de água de 13% em habitações de uma zona urbana dispersa quando em comparação com habitações de uma área compacta (Burchell e Listokin, 1995). Tal foi justificado pelas necessidades adicionais de bombagem para locais mais distantes ou com um diferencial de elevação maior.

Em todas as etapas do ciclo urbano da água é necessária energia para mover a água da sua fonte até ao utilizador final: captação, transporte, tratamento, distribuição, uso, recolha de esgoto, tratamento e reutilização ou descarga. Em geral, a intensidade energética da rede, isto é a energia necessária para fornecer uma unidade de água, depende da origem da água, do volume de água transportado, da distância e da topografia do terreno, variando de cidade para cidade (Kenway *et al.*, 2008). Também as tecnologias empregadas nas estações de tratamento, a idade das tubagens e os equipamentos que constituem a rede influenciam o seu consumo de energia (Hallet, 2011).

O volume de água implicado é o factor comum a todas as etapas do ciclo urbano de água, determinando, perante as melhores condições possíveis dos equipamentos e infra-estruturas, o menor ou maior consumo energético do ciclo urbano de água. Assim, a redução dos consumos de água constitui também uma forma eficaz de redução dos consumos de energia eléctrica. Esta lógica começa a ser reconhecida em vários países que têm vindo a desenvolver estudos acerca das implicações energéticas do abastecimento de água para consumo humano. É o caso do relatório da Comissão de Energia da Califórnia onde se salienta que a conservação da água é uma oportunidade

significativa e custo-eficaz para redução do consumo energético nos meios urbanos (Maas, 2009). Na Figura 2.3 mostram-se as intensidades energéticas de cada etapa do ciclo urbano de água.

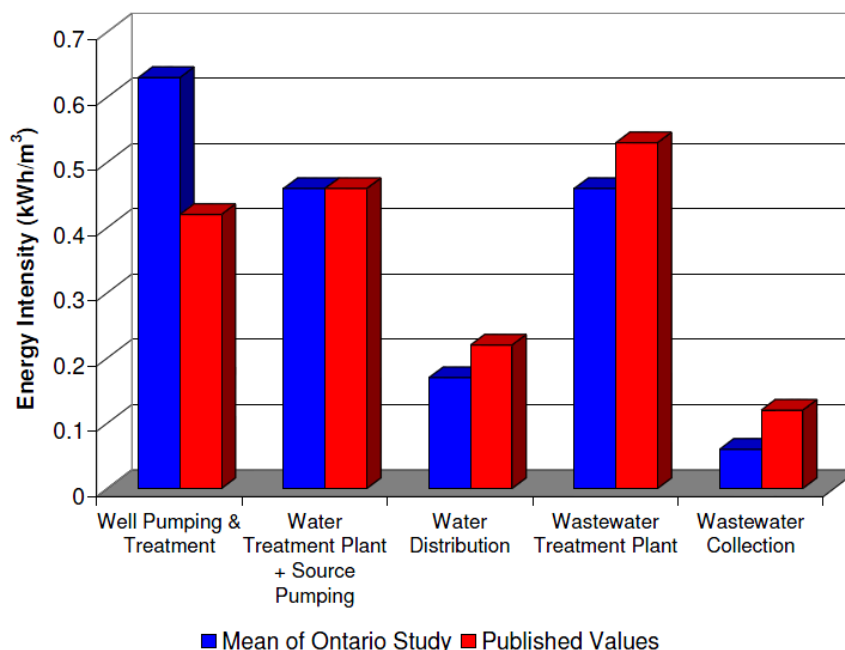


Figura 2.3. Intensidade energética de cada etapa do ciclo urbano de água
Fonte: Maas (2009)

Em Portugal, o Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água (PNUEA) define um conjunto de medidas prioritárias destinadas aos diferentes utilizadores finais. Destacam-se a utilização de água da chuva e de água residual tratada em jardins e similares e em campos desportivos, campos de golfe e outros espaços verdes de recreio e utilização de água residual tratada na lavagem de pavimentos (Batista *et al.*, 2001). O recurso a fontes alternativas de água para fins não potáveis, como as águas residuais recicladas e a água das chuvas, permite a redução dos consumos energéticos de captação e de transporte a partir da fonte de água original (Cooley e Wilkinson, 2012; Mo e Zhang, 2012). Tal deve-se ao facto de que a sua extracção não é feita em profundidade e a sua origem é descentralizada. A diminuição dos caudais de água residual é também uma consequência desta prática.

A gestão da água, aquando da responsabilidade das autarquias, leva a que as câmaras municipais desempenhem uma dupla função. Enquanto entidades gestoras são responsáveis pela implementação de medidas eficientes do uso da água como o controlo das perdas, gestão da procura, promoção da reutilização de águas tratadas residuais e da integração de sistemas de captação pluvial no Município. Por outro lado são elas próprias consumidoras, pela água que utilizam nos seus edifícios, equipamentos e infra-estruturas, espaços verdes. As autoridades locais têm, assim, um papel importante a desenvolver ao nível do planeamento dos espaços urbanos e

utilizadores intensivos do recurso água por forma a instituir no município o princípio de conservação energética pela eficiência na utilização da água.

A conciliação do PNUEA com os planos directores municipais foi uma das recomendações publicadas em Diário da República, no passado dia 26 de Janeiro de 2011, da Resolução da Assembleia da República nº5/2011. Através da definição de políticas e medidas que incentivem, por exemplo, a colmatção de espaços urbanizáveis que tirem partido de uma rede já existente, e utilização de ferramentas como incentivos fiscais ou taxação do consumo de água por zonas, os municípios podem desencorajar um desenvolvimento urbano disperso que implica consumos energéticos maiores associados aos sistemas públicos de água (van Lare, 2006). Medidas regulamentares como, por exemplo, a atribuição de vantagens a projectos de construção que contemplem o recurso a sistemas alternativos de abastecimento de água e a habitações com certificação hídrica são uma sugestão de de Monsabert *et al.* (2009).

2.1.8. Energias renováveis

A par das medidas de eficiência energética e de redução dos consumos energéticos, a mudança para fontes de energia alternativas renováveis como, por exemplo, a energia solar, eólica, biogás e biomassa constitui uma das formas essenciais de melhoria do desempenho energético das cidades (Clark, 2013). A gestão dos recursos energéticos renováveis ao nível das cidades permite que estas não sejam mais apenas consumidoras, mas também produtoras (Leduc e Van Kann, 2013; Lehmann, 2011).

A produção de energia de fontes renováveis locais pode, assim, contribuir para uma porção da procura de energia, diminuindo a dependência de fontes exógenas e evitando o consumo de fontes de energia fóssil. Para tal, é necessário proceder à análise da disponibilidade de fontes renováveis à escala urbana que vai informar acerca do potencial de captação de energia de fontes renováveis. Esta constitui uma das formas de envolvimento dos governos locais cuja contribuição no desenvolvimento da produção de energia através de fontes renováveis locais se revelou essencial em muitos casos de estudo (Comodi *et al.*, 2012).

A energia solar é considerada como uma fonte estratégica na utilização racional de energia no sector da habitação devido à sua contribuição, tanto activa (produção fotovoltaica) como passiva (critérios bioclimáticos), para a redução dos consumos energéticos (Brandoni e Polonara, 2012). A obrigatoriedade da instalação de colectores térmicos para aquecimento de águas sanitárias nas novas habitações, mediante determinadas condições, é um exemplo de uma iniciativa que já foi implementada em vários países.

Segundo o *Inquérito ao consumo de energia no sector doméstico* (2010) realizado pelo Instituto Nacional de Estatística (INE) e pela Direcção Geral de Energia e Geologia (DGEG), aproximadamente 23,5% do consumo energético de uma habitação em Portugal destina-se ao aquecimento das águas sanitárias (AQS). Uma vez que a utilização de água quente é essencial para a manutenção da qualidade de vida actual e Portugal é um país com elevada disponibilidade de radiação solar, a solução energética mais relevante prende-se com a utilização de colectores solares para aquecimento de águas. Estes constituem uma alternativa renovável às típicas caldeiras ou esquentadores que recorrem à combustão de combustíveis fósseis, nomeadamente o gás natural, gás butano e gás propano e, ainda, combustíveis sólidos, para o mesmo efeito. A implementação do uso de energia solar para aquecimento de águas em Portugal surge no contexto do Programa Água Quente Solar – contido no Programa Eficiência Energética e Energias Endógenas (E4) de 2001 – sendo contemplada não só no sector doméstico e de serviços, onde é já abrangida pelo Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE), mas também no sector industrial.

2.1.9. Sistemas fundamentais na redução dos consumos energéticos nas cidades

O consumo de energia nas cidades é um tema deveras abrangente. O sistema de transportes, a estrutura urbana e os elementos que os relacionam, como a mobilidade, a acessibilidade e a ocupação e uso do solo urbano, são assim os tópicos principais explorados nos próximos capítulos visando elucidar acerca do seu papel no desempenho energético das cidades.

2.2. Transportes e Mobilidade

“A cidade avançada não é aquela em que os pobres andam de carro, mas aquela em que os ricos usam transporte público.”

(Enrique Peñalosa)

Os transportes e a mobilidade são temas incontornáveis no estudo do desempenho energético de uma cidade devido à dimensão das deslocações efectuadas diariamente e aos consumos que lhes estão associados. Numa sociedade em que o transporte individual é privilegiado em detrimento do transporte público e do transporte não motorizado, com efeitos reconhecidos sobre a qualidade do ambiente local e global, a mudança dos padrões de mobilidade urbana através do incentivo à utilização dos últimos é crucial.

O aumento populacional nas cidades previsto para as próximas décadas juntamente com a intensificação do uso automóvel indicam a necessidade de pensar também os problemas que daqui decorrerão ao nível da ocupação do solo e dos consumos energéticos. Urge, então, contrariar um conjunto de medidas e políticas de incentivo ao uso do transporte individual que têm vindo a acompanhar o crescimento urbano através da promoção e investimento no transporte público e nos modos suaves. Mesmo em cidades cujas previsões não sejam de aumento populacional, é essencial iniciar a acomodação de princípios de sustentabilidade nas políticas e medidas de mobilidade urbana para que se assegurem os melhores níveis de qualidade de vida num futuro próximo.

A solução dos problemas decorrentes do sistema de transportes actual deve ser feita numa óptica de gestão integrada, sendo que as questões de ordenamento do território e de planeamento urbano têm um papel importante a desempenhar na conjugação de políticas de transportes e mobilidade e políticas de energia. No que diz respeito à transição para uma mobilidade mais sustentável, Woodcock *et al.* (2007) identificam quatro estratégias principais: aumentar a eficiência energética dos transportes e o recurso a fontes de energia alternativas aos combustíveis fósseis, evitar deslocações, diminuir as distâncias de deslocação e alterar a distribuição modal das deslocações. É ao nível das três últimas estratégias que as questões territoriais se revelam determinantes.

Nesta revisão, o foco recai sobre o transporte de passageiros. Ao longo deste capítulo serão destacadas várias experiências internacionais que permitem ilustrar o estado actual do desenvolvimento de acções e políticas neste contexto e à escala urbana e esclarecer acerca das oportunidades que as cidades encerram no que diz respeito à redução do consumo energético no sector dos transportes.

2.2.1. Elementos que influenciam o sistema de transportes e a mobilidade urbana

2.2.1.1. Ordenamento do território e desenho urbano

Os crescentes fluxos de população em direcção aos meios urbanos no período do pós II Guerra Mundial levaram, regra geral, a um crescimento desordenado das cidades onde a possibilidade de proveito económico decorrente das novas construções e formas de ocupação do solo ofuscou valores de um planeamento equilibrado (Grosso, 1998). Em 1998, Grosso expressava a esperança de que a problemática das alterações climáticas viesse restituir princípios de planeamento urbano que retractassem as questões climáticas e energéticas. Actualmente são várias as organizações nacionais

e internacionais que advogam a necessidade de um desenvolvimento urbano sustentável que promova a conservação de energia e a produção de energia de fontes renováveis.

Durante muitos anos, as cidades desenvolveram-se então de modo a acomodar o crescente número de pessoas que se mudavam para os meios urbanos. Este crescimento foi acompanhado pelos sistemas de transportes cuja componente rodoviária assumiu o papel principal. A expansão rodoviária e a necessidade de urbanização de novas áreas provocaram um aumento das distâncias a percorrer. Tal levou a uma utilização crescente do automóvel privado e a um maior isolamento daqueles que não tinham possibilidade de tê-lo e que estavam sujeitos a um sistema de transportes públicos deficitário.

O planeamento e ordenamento do território urbano, devido ao impacte que têm nas opções de deslocação dos seus residentes, constituem uma ferramenta importante na redução das necessidades de deslocação, e consequentemente do uso do automóvel, e das distâncias de deslocação, através da promoção da utilização dos modos suaves. De acordo com Stead (2001) *in* Marique *et al.* (2013), enquanto que 43% das diferenças observadas nas distâncias percorridas depende de factores socioeconómicos, 27% estão directamente relacionadas com variáveis de uso do solo. Também Cuenot *et al.* (2012) afirmam que a gestão do território pode reduzir as deslocações em 30%, realçando a relação entre o ordenamento do território e o planeamento urbano e a procura de transporte. As vantagens da realização deste potencial são inúmeras, tanto ao nível da reabilitação de comunidades, como da poupança económica associada aos consumos de combustível pelas famílias, como do desempenho energético das cidades.

Um dos aspectos fundamentais das políticas de planeamento e ordenamento do território para reduzir as distâncias médias de viagem refere-se à densificação dos meios urbanos. Segundo Ewing e Cervero (2010) as deslocações de automóvel *per capita* tendem a reduzir e a utilização de modos alternativos a aumentar com o aumento da densidade urbana. É, no entanto, fundamental que haja coerência entre as políticas de ordenamento do território e planeamento urbano, os planos que visam a promoção do uso de transportes sustentáveis e a integração dos modos suaves no sistema de transportes urbano e a planificação de investimentos na área dos transportes, já que os efeitos das diferentes medidas são interdependentes.

Distinguem-se neste ponto dois conceitos: o de mobilidade e o de acessibilidade. A mobilidade está associada à necessidade de deslocação entre diferentes pontos do território, enquanto a acessibilidade se refere à facilidade e à qualidade de realizar essa deslocação. Desta forma, a mobilidade constitui o conjunto de movimentos concretizados – em número ou distância percorrida – que, regra geral, se devem a um motivo específico como a deslocação para o trabalho ou para a

escola. Já a acessibilidade pode ser considerada em função da localização do destino pretendido – enquanto distância percorrida, tempo despendido e custo – ou em função do modo de deslocação entre a origem e o destino – oferta de transportes, infra-estruturas de apoio e serviço prestado, nomeadamente frequência e diversidade de percursos dos transportes públicos (Costa *et al.*, 2011). À área que estuda a promoção do transporte sustentável e a redução da procura de utilização do automóvel, através da alteração das atitudes e comportamentos dos utentes, chama-se Gestão da Mobilidade.

2.2.1.2. Automóvel privado *versus* Transportes públicos

A crescente procura do automóvel privado nas últimas décadas pode ser atribuída ao aumento dos rendimentos, aos baixos preços dos combustíveis e às alterações dos padrões de deslocação, devidos em parte à dispersão urbana (Paravantis e Georgakellos, 2007). Na União Europeia, entre 1990 e 2005, foi registado um aumento de 37% na posse de automóvel privado (EC, 2007 *in* Vanderschuren *et al.*, 2010). No entanto, de acordo com Paravantis e Georgakellos (2007) mesmo no contexto de uma mobilidade motorizada crescente a utilização dos autocarros e comboios enquanto meios de deslocação mantem-se significativa na União Europeia, nomeadamente em alguns países mediterrânicos como Portugal.

O acesso generalizado do automóvel privado tem gerado nos últimos anos níveis de congestionamento acentuados, principalmente nos centros urbanos, para além de contribuir para uma maior concentração da poluição nestas áreas e aumento da insegurança rodoviária. Já os transportes públicos são uma importante componente do sistema de transportes urbano, no sentido em que proporcionam a deslocação de grandes quantidades de pessoas entre os vários pontos da cidade, providenciando um maior acesso aos centros urbanos. Ao mesmo tempo representam uma menor percentagem do consumo energético total, sendo a maior parte realizada pelos automóveis privados. Na Figura 2.4 apresenta-se a repartição dos consumos de energia por modo de transporte de passageiros no conjunto de países que constitui a UE-27.

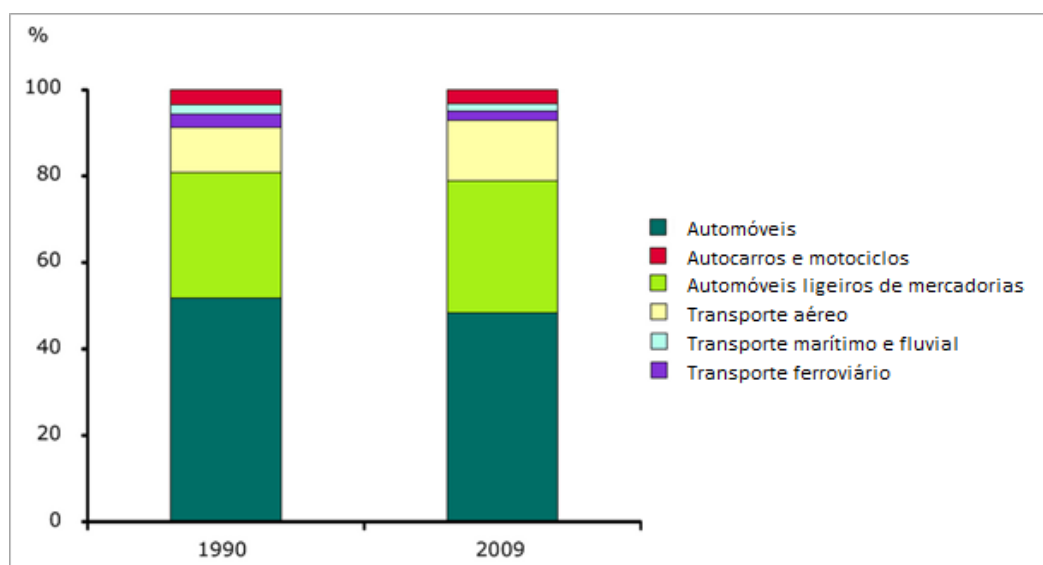


Figura 2.4. Consumo de energia por modo de transporte de passageiros na UE-27
Adaptado da EEA (2011)

Segundo Schipper *et al.* (1992) in Schipper e Millard-Ball (2011) o aumento do consumo energético no sector dos transportes nas últimas décadas deveu-se principalmente a dois factores: o aumento da actividade dos transportes, principalmente dos automóveis privados, e as alterações na distribuição modal que tal ocasionou, isto é, um crescente número de pessoas a recorrerem ao automóvel em detrimento de modos energeticamente mais eficientes. Também Scholl *et al.* (1996) afirmam que níveis crescentes de posse automóvel levam a uma diminuição das deslocações de autocarro e de comboios urbanos e intercity.

É relacionando a taxa de ocupação de cada modo de transporte (passageiros por automóvel privado, autocarro, metropolitano) com o consumo médio do seu parque de veículos (energia consumida por unidade de distância) e as distâncias médias percorridas que se obtêm os consumos específicos de energia de cada modo de transporte, a partir dos quais se pode proceder a comparações (Mendiluce e Schipper, 2011). O consumo específico do automóvel privado é geralmente superior ao de qualquer modo de transporte público (excluindo o transporte aéreo), o que o torna no modo de transporte urbano mais ineficiente. Apresenta consumos típicos de 2,9 MJ por passageiro-km (pkm) quando se considera que o condutor é o único ocupante (Smil, 2005 in Lovelace *et al.*, 2011).

No entanto, são diversos os factores que influenciam a adesão da população ao transporte público, como a conveniência, a acessibilidade, o conforto e a fiabilidade no serviço (Jefferson, 1996). Desta forma, o planeamento e gestão de uma rede de transportes públicos que respondam às necessidades da população são determinantes na representação que estes têm na distribuição modal de cada cidade, sobretudo dado o fenómeno crescente da dispersão urbana. É na transição do uso do

automóvel privado para os transportes públicos e modos suaves que reside o maior potencial de poupança energética do sector dos transportes (Bueno, 2012; Mendiluce e Schipper, 2011; Woodcock *et al.*, 2007). Para tal, é necessário o desenvolvimento de medidas e políticas ao nível da redução da procura do automóvel privado, de alterações da estrutura urbana e da distribuição modal e o investimento nos transportes públicos e modos suaves.

Os autocarros, enquanto transporte colectivo rodoviário, usufruem do conjunto de infra-estruturas viárias dominante nas cidades – as estradas – constituindo o modo de transporte colectivo convencional nas cidades (Jefferson, 1996). A sua eficiência depende da adequação entre a oferta e a procura devendo os seus percursos ser actualizados ao longo dos anos consoante as necessidades de deslocação da população servida. Também o aparecimento de diferentes versões deste modo de transporte, como o *minibus* cuja capacidade de transporte de passageiros é adequada à procura, permite um aumento da eficiência energética no seu trajecto. No entanto, várias cidades têm ainda uma frota de autocarros bastante antiga, cujos consumos de combustíveis fósseis são muito superiores aos possíveis actualmente com veículos tecnologicamente mais avançados. De acordo com Paravantis e Georgakellos (2007), os factores determinantes na renovação da frota são a disponibilidade de fundos europeus e a vontade política, e não tanto as alterações ao nível da procura ou a pertinência das poupanças nos consumos energéticos. Tal resulta de que na maioria dos países europeus a propriedade e operação dos autocarros urbanos são do estado ou das autoridades municipais.

Segundo Jefferson (1996), a experiência em muitas cidades revela que as pessoas se sentem desencorajadas a se deslocar a pé em zonas pedestres quando estas são atravessadas por autocarros. No entanto, o mesmo não acontece quando o espaço é partilhado com os metropolitanos de superfície que são considerados menos intrusivos e cuja operação não implica os níveis de ruído e poluição dos autocarros. Acresce ainda que a qualidade da viagem, mais suave devido ao sistema de transmissão eléctrico, atrai um maior número de habituais condutores, para além de permitir menores consumos de energia. De acordo com Bueno (2012), a electrificação dos transportes terrestres encerra um grande potencial de poupança energética pela redução das necessidades de energia primária. Os metropolitanos subterrâneos e os comboios suburbanos completam a rede de transportes públicos urbanos, sendo a intermodalidade um dos factores-chave no provimento das melhores condições de acessibilidade.

Um sistema de transportes urbanos eficaz integra todos os modos de transporte, desde o automóvel privado aos modos suaves e ao transporte público. Contudo, do ponto de vista energético, quanto menor for a representação do automóvel privado no conjunto dos modos de transporte utilizados, melhor será o desempenho energético da cidade neste sector. Isto, considerando os habituais níveis

reduzidos de partilha do automóvel privado, já que se estes fossem mais elevados, ou seja, a capacidade de ocupação do automóvel fosse maximizada, o automóvel privado competiria com alguns modos de transporte público, nomeadamente o autocarro (Bueno, 2012). Algumas iniciativas de partilha do automóvel têm sido desenvolvidas em vários países, apesar de a adesão global ser ainda limitada.

Apesar do desenvolvimento e melhoria do sistema de transporte público influenciar a representação que estes têm na distribuição modal, é ao nível do planeamento da mobilidade e dos transportes que se espera realizar uma mudança do paradigma subjacente à forma como as deslocações são realizadas actualmente. Essencialmente se for desenvolvido em conjunto com as políticas de ordenamento do território por forma a reduzir as distâncias médias de viagem. Também os modos suaves podem contribuir para a despromoção do transporte motorizado individual neste âmbito, principalmente se forem considerados de forma complementar ao sistema de transportes públicos.

Aquando da avaliação da eficácia de medidas e políticas de mobilidade e transportes é importante estudar a porção que constitui uma efectiva substituição do automóvel privado pelo transporte público e não apenas um aumento nos níveis de mobilidade. A actividade dos transportes (medida em passageiro-km ou tonelada-km), a distribuição modal (representação das percentagens de utilização de cada modo de transporte) e a intensidade energética por modo de transporte (energia usada por unidade de passageiros ou de transporte) são alguns dos parâmetros cuja monitorização é importante para a análise dos consumos energéticos dos transportes (Paravantis e Georgakellos, 2007).

2.2.1.3. A integração dos modos suaves

Devido ao reconhecimento dos impactes que os transportes têm na saúde da população e no ambiente, a dominância dos transportes motorizados dentro das cidades começou a ser questionada. Desde a década de 90, vários grupos têm vindo a realçar a importância de andar a pé e de bicicleta e a tentar reintegrar estes modos no sistema de transportes global (CDC, 2008).

Num momento em que o preço dos combustíveis atinge frequentemente os seus máximos e as alterações climáticas marcam presença nas tomadas de decisão através de metas a atingir, urge explorar alternativas de transporte nas cidades. Almejando contrariar os problemas relacionados com as alterações climáticas, a poluição ambiental e a dependência energética, são vários os programas e as organizações nacionais e internacionais que referem a necessidade de alterar as políticas públicas no sentido de promover a utilização dos modos não motorizados (andar a pé e de bicicleta) e do transporte público nas cidades (Rojas-Rueda *et al.*, 2012).

Também conhecidos como modos suaves, a bicicleta e o modo pedonal são complementares um do outro, assim como podem também ser complementares do transporte público, caso as condições o permitam. O seu potencial reside no facto de serem modos de transporte cujo movimento é originado pelo seu utilizador, sem consumo directo de energia excepto aquela proveniente dos alimentos. A criação de condições para que os transportes públicos e os modos suaves sejam uma melhor opção que o automóvel individual nas viagens diárias é essencial na sua despromoção.

É na substituição da utilização do automóvel privado pelos modos suaves, nomeadamente a bicicleta devido à competitividade desta em distâncias inferiores a 5 km, que reside o maior potencial de poupança energética ao nível das deslocações (Lovelace *et al.*, 2011). Tal deve-se ao facto de ser o modo de transporte, incluindo o modo pedonal, cujo consumo específico é menor (Woodcock *et al.*, 2007). Para que a adesão à bicicleta enquanto modo de transporte alternativo ao automóvel individual atinja níveis significativos, é necessário um conjunto diversificado de intervenções. Estas vão desde a implementação de infra-estruturas próprias e equipamentos de apoio e o desenvolvimento de programas promotores da bicicleta a um planeamento do território adequado e restrições na utilização do automóvel privado (Pucher *et al.*, 2010). Heath *et al.* (2006) e Killoran *et al.* (2006) correlacionaram nos seus estudos o aumento da utilização dos modos suaves com características da estrutura urbana, como a conectividade das ruas e comunidades e a acessibilidade aos diversos destinos.

2.2.2. Soluções técnicas e organizacionais da gestão da mobilidade urbana

A integração de soluções que envolvam as perspectivas dos *stakeholders*, dos cidadãos e de instituições e departamentos de planeamento urbano é comumente aceite e especialmente destacada pela Comissão Europeia no seu *Green Paper* sobre uma nova cultura de mobilidade urbana. Esta é, no entanto, uma temática cuja abordagem estratégica envolve várias áreas de trabalho que se devem harmonizar na definição de objectivos que são comuns. Por exemplo, a melhoria do transporte público e a revalorização do espaço urbano a par com o uso integrado das bicicletas definem uma das estratégias do Programa de Mudanças Climáticas da União Europeia (2006) para a redução das emissões de GEE e dos congestionamentos. Já a Agência Internacional de Energia (2009) salienta as alterações na distribuição modal, no seu relatório *Transport, energy and CO₂: moving towards sustainability*. Entretanto, o desenvolvimento de medidas em ambos os sentidos contribui para solucionar simultaneamente problemas na área da saúde, ambiente, energia, finanças.

2.2.2.1. Intermodalidade e interfaces

Uma abordagem onde se pretende reduzir não só o número de automóveis em circulação, mas também as distâncias percorridas por estes, consiste na promoção da intermodalidade. Nas cidades, cada vez mais complexas, é difícil para uma pessoa deslocar-se de uma determinada origem a um certo destino recorrendo apenas a um modo de transporte. Para promover a alteração de hábitos de deslocação para modos de transporte com menor impacto no ambiente, e desta forma equilibrar a distribuição modal geralmente dominada pelo uso do automóvel privado, a melhoria das ligações e das condições de transbordo entre os diferentes modos de transporte é essencial.

Os benefícios que resultam de uma boa rede de transportes são diversos e frequentemente verificados quando diferentes acções neste sentido são postas em prática. A integração da bicicleta com os diferentes modos de transporte, por exemplo, permite uma maior flexibilidade de deslocação ao mesmo tempo que pode levar à substituição de parte das deslocações em automóvel privado. O desenvolvimento de um sistema de transportes assente em valores de sustentabilidade é não só necessário na redução do impacto dos transportes como constitui uma oportunidade na criação de uma base funcional e saudável para as cidades em constante crescimento.

Hoje em dia, são várias as cidades europeias – Amsterdão, Barcelona, Bruges, Copenhaga, Genebra, Londres, Pádua – cujas estações de comboios se encontram equipadas com estacionamento para bicicletas visando não só a promoção dos modos suaves, como também do próprio transporte ferroviário. A integração da bicicleta aos transportes públicos vem-se tornando cada vez mais numa prática comum em países que pretendem evitar ou corrigir os impactos negativos do uso generalizado do automóvel. Na Figura 2.5 é possível observar a adaptação de um comboio para o transporte de bicicletas, em Copenhaga.



Figura 2.5. Integração da bicicleta com o modo ferroviário em Copenhaga
Fonte: Urbed (2012)

A Holanda é também um exemplo reconhecido no que diz respeito à prática dos modos suaves. O uso da bicicleta enquanto modo de transporte preferencial deve-se não só às características topográficas do próprio país, mas também ao desenvolvimento de políticas e de uma rede de transportes que valoriza este modo. São disto exemplos: a própria rede ciclável; as instalações, nomeadamente parques e oficinas, para bicicletas nas estações de transportes públicos; as rampas e os rodapés próprios para o transporte de bicicletas em zonas de escadas, os parques de estacionamento de bicicletas distribuídos por toda a cidade; a existência de infra-estruturas seguras, essenciais particularmente à deslocação autónoma das crianças; a responsabilização dos condutores dos automóveis na maioria dos casos de acidente. A oportunidade de escolha de um modo de transporte saudável e que apreciam decorre da criação das condições apropriadas a este modo enquanto parte integrante do sistema de transportes. No caso da Holanda, vale ressaltar que o desenho do sistema viário ali adoptado, além de contribuir para uma redução da velocidade dos carros, coloca a bicicleta sempre como prioridade.

2.2.2.2. Gestão do tráfego e do estacionamento

A definição de políticas de transportes e mobilidade ocorre a vários níveis. Se a nível europeu se podem encontrar orientações sob a forma de princípios e directrizes e a nível nacional se determina a construção de vias rápidas e infra-estruturas ferroviárias, a nível local a gestão do tráfego assume um papel fundamental. Uma questão referida em diversos estudos é a necessidade de priorização dos modos de transporte públicos rodoviários em vias simultaneamente utilizadas pelo automóvel privado por forma a proporcionar aos primeiros as melhores condições possíveis ao nível da fluência do tráfego (Jefferson, 1996).

Para que a melhoria da rede do transporte público e a integração e promoção dos modos suaves sejam eficazes, isto é, desempenhem um papel efectivo no equilíbrio da distribuição modal das cidades e, consequentemente, na redução dos consumos energéticos do sector dos transportes, devem ser acompanhadas por instrumentos de desincentivo à utilização do automóvel privado. Estes podem aplicar-se tanto à circulação de automóveis como ao seu estacionamento, sendo que o objectivo comum à maioria destes instrumentos consiste no encarecimento da utilização do automóvel por forma a favorecer as alternativas (Vanderschuren *et al.*, 2010).

O estacionamento é uma componente essencial das políticas de mobilidade uma vez que é um elemento de decisão na escolha do modo de transporte. Em áreas urbanas, a utilização do automóvel privado pode ser minimizada entre 5% a 30% através da aplicação de medidas de gestão de estacionamento (Cordis, 2002 e Sareco, 2008 *in* Cuenot *et al.*, 2012). A implementação de

instrumentos de desincentivo ao estacionamento permite, assim, desencorajar a utilização do automóvel e reduzir o congestionamento em determinadas áreas urbanas. Estes instrumentos podem visar a restrição da oferta de lugares de estacionamento, através da sua eliminação, a limitação dos períodos de estacionamento e reserva de espaços dedicados a pessoas com mobilidade reduzida ou residentes, a cobrança por escalões de ocupação do espaço público (IMTT, 2011a). Cuenot *et al.* (2012) referem ainda a gestão do espaço de estacionamento em locais de trabalho. Na Figura 2.6 pode observar-se a influência que a disponibilidade de estacionamento no local de trabalho tem na distribuição modal.

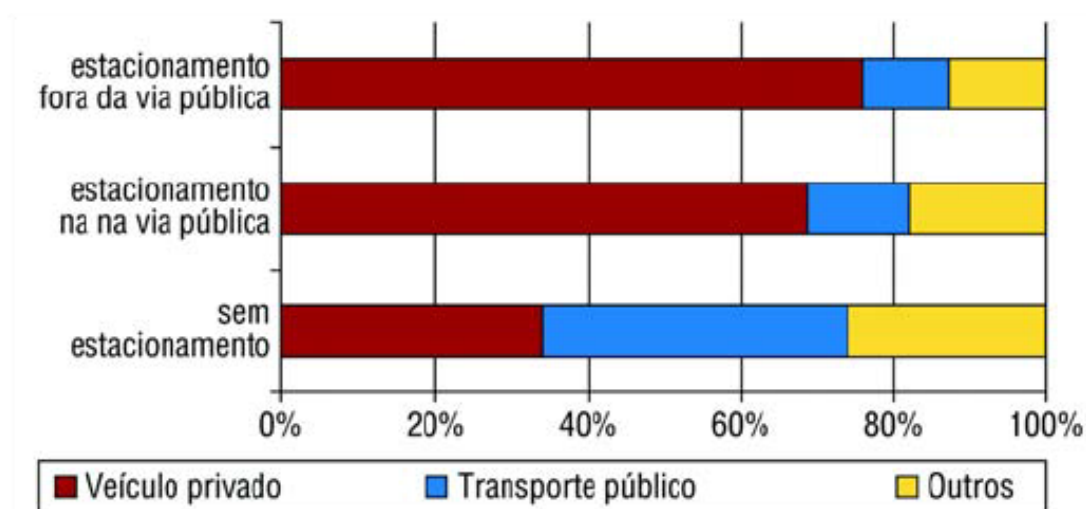


Figura 2.6. Distribuição modal em função da disponibilidade de estacionamento no local de trabalho
Fonte: IMTT (2011a)

Outra questão relacionada com o estacionamento é a sua localização estratégica. A construção de parques de estacionamento de forma complementar à rede de transportes públicos permite favorecer a sua utilização e reduzir as distâncias percorridas de automóvel, que são em parte substituídas pelo transporte público. Um desenvolvimento recente nas políticas de estacionamento dá pelo nome de *Park&Ride*. Trata-se da localização estratégica de parques de estacionamento de elevada capacidade nas proximidades das principais interfaces de transportes públicos na periferia das cidades. Este esquema permite ainda promover a redução do número de deslocações por automóvel privado em direcção ao centro da cidade e, consequentemente, contribuir para a minimização dos níveis de congestionamento nas áreas centrais.

Outro aspecto da gestão de tráfego que influencia significativamente os consumos energéticos e as emissões de GEE é o controlo da velocidade, pois estes serão tanto maiores quanto mais elevadas e inconstantes forem as velocidades de deslocação (Pérez *et al.*, 2010). Segundo Jefferson (1996), 40%

da energia consumida nos transportes urbanos é dissipada pelo uso dos travões. A redução da velocidade de tráfego é também a medida que mais impacte tem ao nível da segurança, essencialmente em zonas residenciais e perto das escolas. No entanto, se o objectivo for devolver as ruas às pessoas e promover a deslocação a pé ou de bicicleta esta redução é também relevante perto dos locais de trabalho, de lazer e de comércio. A velocidade máxima recomendada a nível internacional nas zonas prioritárias é de 20 mph, o que equivale a cerca de 30 km/h. Segundo um inquérito realizado em Inglaterra denominado *British Social Attitudes Survey* (2011) aproximadamente 71% dos inquiridos desejam a implementação deste limite nas zonas residenciais, enquanto apenas 15% são contra. A implementação deste limite de velocidade fica a cargo das autoridades locais, sendo que se trata de uma medida pouco complexa e com custos reduzidos quando em comparação com outras medidas de gestão do tráfego.

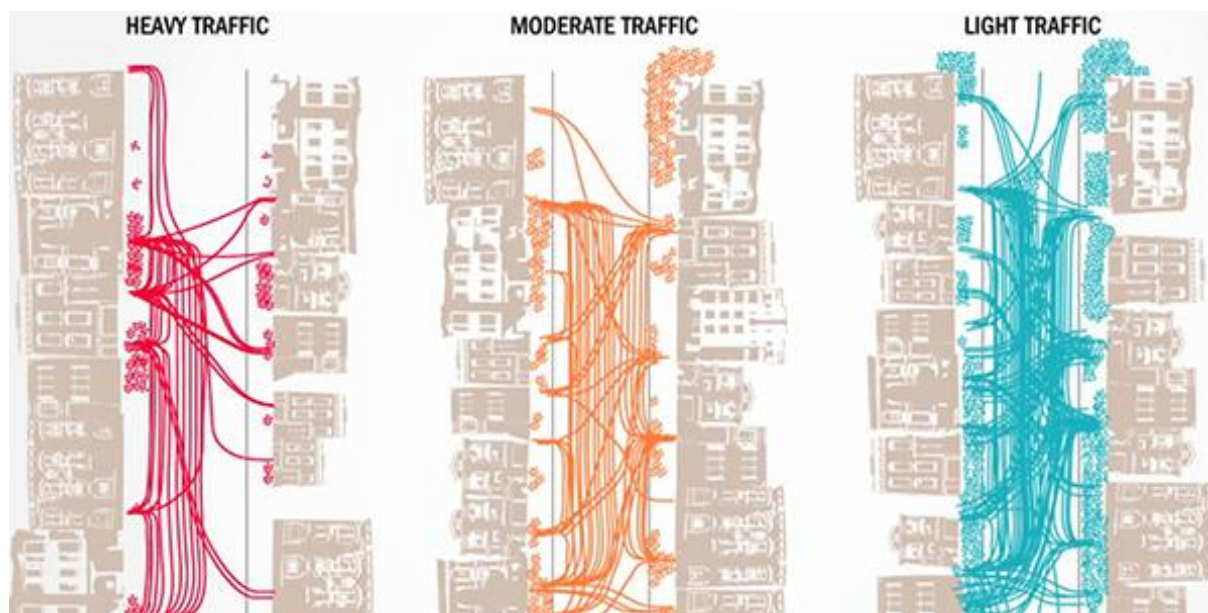
Também é possível através do planeamento urbano e de intervenções no espaço público criar condições que condicionem o tráfego automóvel com o objectivo de valorizar tanto os modos suaves como a utilização dos transportes públicos. A organização *Living Streets* relata um aumento do uso de autocarros e uma redução no número de bilhetes de estacionamento após a realização de alterações promovidas pela gestão do tráfego numa dada área como o aumento da área dos passeios com o consequente estreitamento da estrada (Living Streets, 2012).

2.2.2.3. Gestão do espaço público

O crescente tráfego urbano tem implicações não só ao nível da poluição do ar, da saúde pública, da segurança rodoviária, do consumo de energia e dos custos económicos, mas também da ocupação do espaço público e da fragmentação das comunidades. O automóvel privado é o modo de deslocação que ocupa mais espaço de vias públicas por pessoa, para além de contribuir grandemente para o esgotamento da capacidade das vias de deslocação. O aumento do número de carros em circulação nas cidades preenche as suas ruas, provocando níveis de congestionamento cada vez maiores e diminuindo o espaço público para outras utilizações.

É importante lembrar que um dos grandes vectores de atractividade das cidades é a relação entre as pessoas e o espaço público. Este, principalmente ao nível das ruas, tem deixado de ser o lugar de contacto e interacção da comunidade devido à crescente cultura de uso do carro e rápida urbanização. Também o espaço da via pública para andar de forma segura de bicicleta foi reduzido ao longo dos anos pelas mesmas razões (Woodcock *et al.*, 2007). Em 1981, Donald Appelyard publicou um livro denominado *Liveable Streets* onde identificava uma menor possibilidade de interacção social em ruas com níveis de tráfego superiores. Na Figura 2.7 mostra-se uma versão

actualizada do esquema desenvolvido nesse livro que retracts a influência do nível de tráfego (pesado – 16 000 carros/dia, moderado – 8 000 carros/dia, calmo – 2 000 carros/dia) na vivência de três ruas semelhantes de São Francisco, nos EUA. Os traços representam as relações sociais e os círculos correspondem aos locais de convívio.



**Figura 2.7. Interações sociais consoante o nível de tráfego segundo Donald Appelyard, 1981.
Adaptado de Press (2010)**

A gestão do espaço público como um todo, não só acautelando as preocupações de segurança, mas também promovendo a atractividade do próprio espaço permite a reabilitação de zonas e a optimização do seu uso. Por forma a proporcionar uma maior vivência dos bairros é importante pensar nas ruas enquanto locais de visita em vez de corredores dominados pelo tráfego. Um exemplo do impacte que práticas desenvolvidas neste sentido podem ter na escolha do modo de transporte, como se pode observar na Figura 2.8, é New Road, em Brighton, onde as alterações do espaço público levaram a um aumento de 160% do modo pedonal (Living Streets, 2012). Vários outros casos acompanhados pela organização Living Streets demonstram que um planeamento cuidadoso das ruas desenvolve um sentido de identidade que atrai as pessoas localmente e permite a integração de espaços numa lógica de continuidade que promove a deslocação pelos modos suaves.



Figura 2.8. New Road, em Brighton – alteração da dinâmica do espaço público decorrente de um projecto de requalificação
Fonte: Urbed (2012)

O estado das ruas é também um factor que pode cativar ou desencorajar a pedonalidade. Questões como uma boa iluminação, existência de bancos, desobstrução dos passeios e pavimentos bem cuidados devem ser asseguradas para confirmar o sentimento de segurança na utilização das ruas, especialmente, nos grupos mais vulneráveis: pessoas incapacitadas, crianças e idosos (Living Streets, 2012). O estacionamento de carros nos passeios, por exemplo, constitui um obstáculo nas ruas que merece a atenção das autoridades locais nesta perspectiva de melhoria do espaço público para viabilizar a utilização dos modos suaves. O bloqueamento da passagem nos passeios devido a carros mal estacionados coloca as pessoas numa situação de insegurança ao serem obrigadas a efectuar uma parte do seu trajecto nas estradas.

A redução das áreas ocupadas por estacionamento não só tem o potencial de influenciar uma transferência da utilização do automóvel privado para modos de transporte mais sustentáveis como permite recuperar uma fracção do espaço público para o convívio e realização de actividades públicas. Assim, as políticas de estacionamento têm um papel a desempenhar não só na promoção dos modos suaves, mas também na melhoria da atractividade do território e fixação da população, factores que contribuem para a redução das necessidades de deslocação.

Outra questão a ser considerada na gestão do espaço público visando a promoção dos modos suaves é a distância a um conjunto de serviços e locais de comércio essenciais – bibliotecas, escolas, transportes públicos, mercearias, correios, agências bancárias, bares. A aquisição de produtos de consumo básico ou a deslocação a serviços de educação e comunicação, entre outros, são necessidades diárias que a serem realizadas a pé evitam um aumento dos níveis de tráfego locais e,

consequentemente, de emissões de GEE e consumo de combustível. Neste contexto, a criação de ruas com diversidade de funções é fundamental.

A presença de serviços e locais de comércio nos bairros a distâncias acessíveis a pé é também importante para unir a comunidade e prevenir situações de isolamento. Principalmente em relação aos idosos e pessoas incapacitadas, mas também a pessoas cujos rendimentos não permitem a compra ou manutenção de um carro. Uma cidade que motive os modos suaves através do planeamento urbano promove consequentemente o exercício físico e a interacção social dos seus habitantes assim como a dinamização da economia local. A consideração destas distâncias nas opções de ordenamento do território e planeamento urbano, isto é, o estudo das acessibilidades, deve assim ser reconhecida a nível nacional e imposta a nível local numa perspectiva estratégica de desenvolvimento sustentável das cidades (Woodcock *et al.*, 2007).

2.2.2.4. A promoção dos modos suaves

A promoção dos modos suaves passa por um conjunto de acções que requer o envolvimento e a colaboração dos vários agentes interessados na definição de programas, medidas e serviços. Estes devem reflectir princípios de prioridade dos modos de transporte não motorizados sobre os motorizados e dos transportes colectivos sobre o transporte individual, integração dos diversos modos de transporte nos sistemas de transportes urbanos, equidade no uso do espaço público e eficiência e eficácia na circulação urbana.

A definição e coordenação de políticas de transportes e ordenamento do território que valorizem os modos suaves nas cidades tanto são pertinentes, dado o paradigma socioeconómico actual, como estruturalmente benéficas a longo-prazo no que diz respeito ao desenvolvimento sustentável das cidades. Uma vez que as cidades são locais onde as pessoas vivem, trabalham, convivem e aprendem, as decisões tomadas ao nível das deslocações e do planeamento urbano vão afectar todos, diariamente e a vários níveis. Por forma a evoluir no sentido da mudança de comportamento necessária, é importante que as cidades providenciem ambientes seguros e agradáveis à utilização dos modos suaves em curtas distâncias e uma boa integração com uma rede de transportes públicos eficaz e eficiente que permita elevados níveis de acessibilidade sem que seja necessário recorrer ao automóvel privado (Woodcock *et al.*, 2007).

A integração dos modos suaves nas cidades deve constar tanto dos planos de mobilidade e de urbanização como dos planos directores municipais, numa óptica de desenvolvimento do território segundo princípios de sustentabilidade que valorizem estes modos em detrimento do transporte individual. O papel dos municípios na promoção da bicicleta e pedonalidade enquanto modos de

transporte, assim como na sua integração na rede de transportes da cidade, é fundamental uma vez que a definição de regulamentos e a implementação de infra-estruturas e equipamentos de apoio neste sentido é da sua responsabilidade.

No entanto, de um ponto de vista estratégico, o envolvimento dos governos nas figuras dos respectivos ministérios é também necessária:

- Na definição de políticas nacionais que promovam o desenvolvimento de planos e iniciativas de mobilidade sustentável e de instrumentos de gestão da mobilidade;
- Na disponibilização de recursos financeiros aos municípios para investimento em planeamento e implementação de ciclovias;
- Na orçamentação de financiamentos às escolas e municípios destinados à promoção dos modos suaves e aplicação em equipamentos de apoio;
- Na criação de regulamentação que imponha a construção de novos edifícios de habitação a distâncias acessíveis a pé ou de bicicleta aos serviços e locais de comércio essenciais ou que exija projectos que os contemplem;
- Na atribuição de poder de decisão aos municípios em situações de alteração indesejada de ocupação e uso do solo neste contexto.

Devido à sua multidisciplinaridade as questões aqui tratadas permitem abordar o futuro das cidades ponderando conjuntamente as componentes ambiental, social, energética e económica e não em detrimento umas das outras.

2.2.3. Modos suaves na deslocação casa-escola

A deslocação da população escolar deve representar uma componente significativa na gestão da mobilidade de uma cidade e no planeamento urbano uma vez que as escolas são um destino diário para milhares de crianças e jovens. A forma como estes se deslocam entre a escola e a sua casa pode significar tráfego local intenso nas horas que antecedem o início e o fim das aulas ou hábitos que são não só mais saudáveis como mais eficientes do ponto de vista económico, energético e ambiental (Marique *et al.*, 2013). Assim, a redução na utilização de carros numa cidade passa também pelas crianças em idade escolar. Em 2008, a Agência Europeia do Ambiente destacou o contributo que as deslocações de carro para a escola, juntamente com a importação de alimentos e com as viagens aéreas de baixo custo, teriam ao nível das emissões de GEE. A promoção dos modos suaves nas deslocações escolares vem assim contribuir também para a redução do consumo de energia no sector dos transportes.

Nos últimos anos, deu-se uma diminuição acentuada nos modos suaves enquanto meios de deslocação entre a casa e a escola (CDC, 2008b). A deslocação das crianças a pé e de bicicleta para a escola tem vindo a ser substituída pelo transporte de automóvel, contribuindo para o aumento dos níveis de congestionamento de tráfego durante as horas de ponta (O'Brien, 2005; CDC, 2008b). Esta ocorrência tem sido registada a nível mundial. No Canadá, por exemplo, a proporção de crianças que se deslocam a pé no caminho entre a casa e a escola desceu, desde 1985, de 50% para 33% (Cook, 2010). Isto acontece apesar de o uso da bicicleta e a deslocação a pé serem os modos preferidos dos jovens, segundo estudos canadianos – *Environment, Nutrition and Activity Project* (Ecology Action Centre, 2011), *Ontario Walkability Study* (O'Brien, 2001). Só na cidade de Toronto, no espaço de uma geração, o uso do carro como modo de transporte das crianças para a escola aumentou cerca de 9 vezes, de 3% para 26% (Stone e Zeglen-Hunt, 2001). Em Inglaterra, entre 1991 e 2009, observou-se um decréscimo na deslocação a pé para a escola de 12% em crianças que frequentam a escola primária e de 24% em alunos do secundário (Living Streets, 2012).

Marique *et al.* (2013) concluíram no seu estudo que a descentralização das áreas residenciais associadas à crescente dispersão urbana, e consequente aumento das distâncias entre a casa e a escola, pode explicar parcialmente esta tendência. Destacam ainda a importância que a distância tem no desempenho energético do percurso entre a casa e a escola com base na identificação de uma forte correlação entre os parâmetros distância e consumo energético.

Por forma a inverter esta tendência, e consequentemente diminuir o uso do carro nas cidades, é importante ponderar todas as resistências, mas principalmente aquelas que mais influência têm na decisão dos pais. Tranter e Sharpe (2012) agruparam em três categorias as estratégias que visam melhorar a mobilidade independente das crianças nas cidades: modificação da forma urbana e opções de transporte, do planeamento das comunidades locais e dos valores sociais.

2.2.3.1. Resistências em deixar as crianças deslocarem-se de forma autónoma

Os padrões actuais de utilização do carro e as políticas de mobilidade desenvolvidas tanto nos EUA como na Europa geraram ao longo dos anos vários obstáculos que dificultam as deslocações independentes das crianças. São vários os estudos que mostram as principais razões pelas quais os pais se sentem relutantes, hoje em dia, em permitir que os seus filhos se desloquem de forma independente para a escola, quer seja a pé quer seja de bicicleta. Consequentemente existem cada vez mais crianças a serem levadas de carro para a escola.

De acordo com os estudos realizados no âmbito do projecto BEAT (*Built Environment and Active Transport*), da Universidade de Toronto, a segurança rodoviária, o receio de violência ou rapto e a

falta de preparação e maturidade das crianças para uma deslocação independente foram identificados como os factores de maior resistência por parte dos pais (Richichi *et al.*, 2009). Também neste estudo se verificou que o capital social destas viagens adquirido pela convivência entre as crianças e entre pessoas da vizinhança amenizam a preocupação dos pais. Na Figura 2.9 observa-se uma iniciativa de mobilidade sustentável escolar nas quais o envolvimento da comunidade escolar constitui uma das condições essenciais para o seu sucesso.



Figura 2.9. Envolvimento da comunidade escolar em esquemas de mobilidade sustentável para crianças
Fonte: Whitmore (2012)

Segundo um estudo canadiano desenvolvido pela organização *Active & Safe Routes to School*, a maior barreira para a utilização dos modos suaves é a distância (Conti *et al.*, 2012). Desta forma, a localização das escolas em relação às zonas residenciais é determinante na opção entre a utilização do carro para transportar as crianças até à escola ou permitir que estas percorram o caminho a pé ou de bicicleta. É assim natural que a ligação entre as duas áreas através de infra-estruturas contínuas, integrantes, de boa qualidade e seguras para o recurso aos modos suaves seja também identificado como um importante factor de decisão (Ecology Action Centre, 2011).

Nos EUA, a CDC elaborou um estudo com o objectivo de analisar a relação entre a evolução das resistências mais comumente identificadas e decréscimo no número de crianças a recorrerem aos modos suaves na deslocação entre a casa e a escola. Segundo os dados analisados, entre 1969 e 2001, o estado do tempo manteve-se relativamente constante e os crimes violentos, particularmente o rapto de crianças, e as mortes por acidentes de tráfego de crianças diminuíram ao longo deste período. Por outro lado, o volume de tráfego nas proximidades das escolas e a distância às escolas aumentaram. De acordo com o estudo, o número de carros existentes nas estradas no período

correspondente ao início das aulas durante o ano escolar é superior em 30% ao tráfego observado no mesmo período no resto do ano (CDC, 2008b).

Já o encerramento de escolas ao mesmo tempo em que o número de alunos aumentava, levou ao aumento de escolas maiores localizadas a distâncias superiores. Inquéritos de mobilidade realizados em 1969 e 2001 nos EUA mostram que a percentagem de crianças a viver a menos de 1,6 km (1 *mile*) e 3,2 km (2 *miles*) diminuiu, tendo aumentado a percentagem de alunos a viverem a mais de 4,8 km (3 *miles*) em cerca de 17% (CDC, 2008b). Assim, o tráfego e a distância constituem as barreiras que efectivamente aumentaram ao longo dos anos a par do decréscimo do número de crianças que se deslocam através dos modos suaves entre a casa e a escola.

2.2.3.2. Benefícios da deslocação a pé e de bicicleta

A possibilidade de acção das crianças no espaço público, nomeadamente perto das zonas onde vivem e estudam, tem-se alterado significativamente ao longo dos anos. O maior impacte a este nível passa por uma alteração do paradigma de deslocação. Ao se realizar uma mudança na deslocação de automóvel para os modos suaves das crianças em idade escolar, haverá uma redução nos níveis de congestionamento de tráfego nas imediações das escolas o que resulta na melhoria das condições ambientais da área e também no aumento da segurança dos peões (Cook, 2010).

Um dos principais factores para a promoção destes modos de transporte em crianças em idade escolar é relativo à saúde devido aos crescentes níveis de obesidade infantil e falta de actividade mínima recomendada para esta faixa etária. É por esta razão que vários dos projectos de mobilidade sustentável escolar têm organizações de saúde como promotores. Os estudos mais recentes da OMS revelam que Portugal é o país da EU-25 que tem a percentagem mais elevada de crianças com excesso de peso, o que inclui crianças obesas. Estas representam mais de 10% da população infantil nacional (Queiroz, 2006). Segundo Basset *et al.* (2008) observam-se, regra geral, taxas de obesidade mais baixas em países com níveis mais elevados de mobilidade suave. Os benefícios que decorrem das iniciativas de mobilidade sustentável são vários (Cook, 2010) – saúde, ambiente, formação, comunidade e espaço público, segurança e economia de combustível.

A construção de infra-estruturas adequadas e equipamentos de apoio aos modos suaves é fundamental na criação de percursos mais seguros para a população urbana em geral, mas particularmente para os grupos mais vulneráveis onde se incluem as crianças. Estas medidas devem ser acompanhadas de uma gestão do tráfego adequada nas proximidades das escolas e zonas residenciais por forma a diminuir o risco de acidentes rodoviários com crianças. A contínua definição

de percursos seguros e eficientes entre as casas e as escolas por toda a cidade permite um aumento das distâncias consideradas aceitáveis para a deslocação a pé ou de bicicleta (Cook, 2010).

Sendo que cada criança que se desloque a pé ou de bicicleta para a escola representa potencialmente menos um carro na estrada, a substituição do uso do automóvel pelos modos suaves no percurso casa-escola permite contribuir para atingir os objectivos definidos nos planos locais de alterações climáticas e eficiência energética. Apesar das distâncias percorridas neste trajecto serem geralmente curtas, se considerarmos a sua totalidade ao fim de um ano e para toda a população escolar que praticar esta alteração modal, o consumo de combustível evitado é relevante tanto em termos energéticos como monetários.

Uma única família cuja deslocação diária em cada sentido no percurso entre a casa e a escola seja de 2 km, ao trocar o uso de automóvel pelo modo pedonal pode reduzir num ano cerca de 1000 km. Se considerarmos que o carro utilizado tem a gasolina sem chumbo de 98 octanas como combustível, cujo preço por litro é de 1,612 € – preço médio em Portugal no ano de 2012 segundo os dados da DGEG (2012) – e que tem um consumo específico médio de 9 litros por cada 100 km percorridos, apenas esta família realizaria uma poupança de 90 litros de combustível num ano. O que corresponde a 145€ e aproximadamente 3 000 MJ.

2.2.4. Promoção dos modos suaves na deslocação casa-escola

As escolas são consideradas o local de eleição na promoção dos modos suaves devido ao seu papel na formação da sociedade, e capacidade de influência em toda uma faixa etária, e à sua dimensão local, onde a implementação de medidas leva mais facilmente a acção efectiva (Cook, 2010). Mas também devido ao aumento do número de crianças a serem transportadas de e para a escola de carro, o que levou a um agravamento da gestão da mobilidade e do espaço público nas proximidades das escolas.

Os dois vectores de acção principais no apoio aos modos suaves têm sido o desenvolvimento de medidas e programas de mobilidade escolar sustentável e directrizes para a localização de escolas e a manutenção de escolas nas comunidades, sempre que possível, através da implementação de novos equipamentos ou reconstrução de espaços, em detrimento de novas construções afastadas dos centros urbanos (Conti *et al.*, 2012).

Contudo, por forma a aumentar efectivamente o número de crianças que se deslocam através dos modos suaves no percurso entre a casa e a escola é necessário desenvolver uma estratégia integrada multidisciplinar que abranja a componente comportamental, de planeamento urbano e

regulamentar. São exemplos destas componentes, respectivamente, iniciativas de mobilidade escolar sustentável, implementação de sinalização adequada e aplicação de limites de velocidade nas imediações das escolas.

2.2.4.1. Iniciativas contínuas ao longo do ano escolar

O *Pedibus* é um conceito desenvolvido em 1991 por David Engwicht com o objectivo de proporcionar um meio para que as crianças adquirissem uma mobilidade autónoma, estimulando-as a irem a pé para a escola, e reduzir os níveis de tráfego automóvel. Na prática, consiste no encaminhamento dos alunos, principalmente do 1º e 2º ciclo, às escolas por um ou mais adultos voluntários da comunidade escolar, ao longo de um percurso definido, com paragens estabelecidas, e segundo determinadas regras de segurança como, por exemplo, o uso de coletes reflectores. Os percursos são geralmente curtos, não ultrapassando os 2 km, e ajustáveis (Living Streets, 2012). Na Figura 2.10 pode observar-se um conjunto de percursos distintos definidos para a deslocação pedonal dos alunos de uma escola primária.

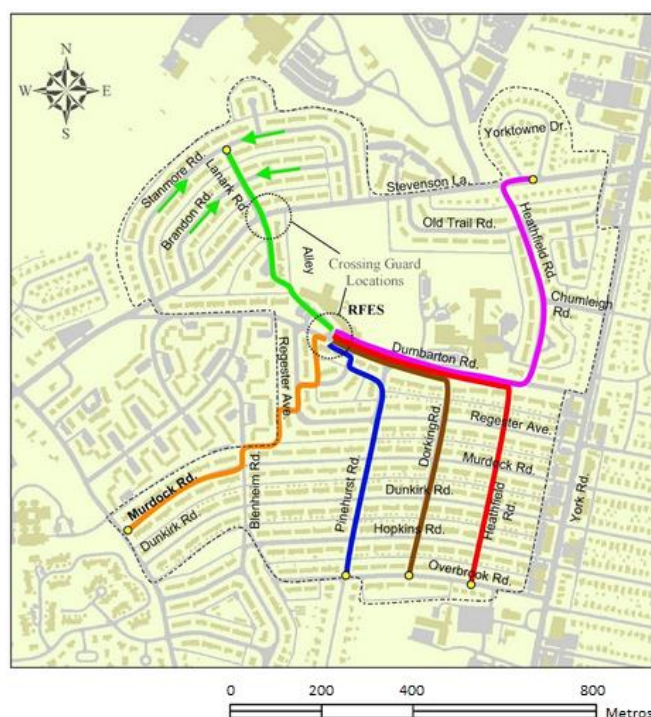


Figura 2.10. Percursos definidos num programa de mobilidade escolar sustentável de uma escola primária
Adaptado de Rodgers Forge (2013)

A flexibilidade do conceito permite que a adesão diária seja variável, com poucas crianças ou até cinquenta (Iwalk, 2012). Ainda assim, estas iniciativas permitem a longo-prazo eliminar distâncias

consideráveis de viagens em automóvel. Este conceito implica uma colaboração bem articulada entre as autoridades locais e a comunidade escolar, tanto ao nível criação de condições no espaço público adequadas à sua realização como na própria definição dos percursos.

Várias versões deste conceito têm sido desenvolvidas em diferentes países, assumindo os objectivos que melhor se adequam ao seu público e à sua realidade. Na Figura 2.11 mostram-se os logotipos de algumas destas iniciativas. Apesar de também em Portugal se terem realizado iniciativas neste âmbito, nomeadamente o projecto *A Pé para a Escola*, o seu desenvolvimento é ainda reduzido.



Figura 2.11. Programas de mobilidade sustentável na deslocação entre casa e escola
(Nova Zelândia, Estados Unidos da América, Reino Unido, Portugal)

2.2.4.2. Actividades pontuais e frequentes ao longo do ano escolar

As actividades pontuais têm como objectivo introduzir às crianças o conceito da deslocação entre a casa e a escola através dos modos suaves e promover os programas que se pretendem contínuos ao longo do ano escolar. Um exemplo destas é o *International Walk to School Day*, que em 2004 teve uma adesão de três milhões de pessoas de 36 países diferentes (Ussher, 2005).

Outras iniciativas têm um carácter frequente ao longo do ano, ocorrendo semanal ou mensalmente. Estas iniciativas têm a capacidade de influenciar efectivamente os padrões de deslocação das crianças para a escola, aumentando a proporção de crianças que recorrem aos modos suaves. O *Walking Wednesday* e o *WoW (Walk once a Week)* são alguns exemplos.

Apesar do número elevado de actividades e programas desenvolvidos neste âmbito nos vários países, poucos são os dados existentes que permitem monitorizar a longo-prazo o impacte destes. Frequentemente os dados recolhidos são relativos à participação nas iniciativas, não havendo um levantamento prévio da distribuição modal das deslocações de estudantes o que dificulta a percepção das alterações nos padrões de deslocação das crianças após a realização destas iniciativas. As escolas que promovem diversos tipos de actividades têm ainda dificuldade em isolar o impacte decorrente de cada uma destas.

Posto isto, os níveis de participação são realmente elevados. A nível internacional, o projecto *Walk to School* ganhou em 2009 o *Sustainable Energy Europe Award* na categoria de ‘Acções de Promoção, Comunicação e Educação’. Nove países europeus aderiram ao projecto, em 2008, tendo sido registada uma participação de mais de 16 000 crianças em 76 escolas primárias. Em 2009, este número aumentou para 25 000 crianças (Pressl, 2009). No Canadá, instituiu-se uma iniciativa anual com a duração de uma semana cuja adesão entre 1998 e 2004 aumentou de seis escolas para duas mil. Na cidade de Christchurch, na Nova Zelândia, a participação média das cinco escolas registadas no *Walking Wednesday* foi de 75%. Em Londres, no espaço de um ano, cerca de 40 000 alunos de escolas primárias aderiram à iniciativa semelhante WoW (Ussher, 2005). O aumento de apenas 3,6%, em 2006, de crianças que se deslocam a pé após a introdução de programas deste género, foi o suficiente para que Autoridade de Transportes da Nova Zelândia decidisse adoptar medidas que incentivam o crescimento destes programas a nível nacional (Genter *et al.*, 2008).

O programa contínuo *Go for Gold* desenvolvido no Reino Unido é uma excepção ao padrão uma vez que as alterações nos modos de transporte usados foram devidamente acompanhadas. Os resultados mostram o potencial destas iniciativas, particularmente dos programas realizados continuamente ao longo do ano escolar, na redução do uso do carro neste contexto. Numa região do Reino Unido, em Buckinghamshire County, 70 escolas aderiram a este programa em 2000. Entre este ano e 2001 registou-se uma redução na proporção de crianças conduzidas até à escola de 62% para 26%, tendo-se mantido estes níveis nos dois anos seguintes (Ussher, 2005). A recolha de informação anterior e posterior à realização de iniciativas de mobilidade escolar sustentável é, assim, essencial para que a análise dos impactes destas nos modos de deslocação e a avaliação dos potenciais de poupança associados seja possível.

2.2.4.3. Redução da velocidade de tráfego nas proximidades das escolas

Para além das iniciativas e programas que permitem envolver a comunidade escolar e estimular o recurso aos modos suaves entre as crianças, a preocupação relativa aos perigos do tráfego pode ser diminuída pela criação de infra-estruturas seguras, desde passeios e passadeiras a sinalização e controlo de velocidade perto dos equipamentos escolares. Uma das medidas referidas é a redução de velocidade de tráfego rodoviário na proximidade das escolas e dos parques infantis.

Nos últimos anos, várias autoridades a nível nacional e internacional, entre as quais Organização Mundial da Saúde e a UNICEF (WHO, 2008), têm recomendado que o limite de velocidade nestas áreas seja reduzido para 30 km/h, com o objectivo de aumentar a segurança rodoviária para as crianças. Esta é uma medida que requer alterações legislativas e regulamentares. Neste âmbito, o

projecto *Walk to School* desenvolvido pela organização *Living Streets*, em Inglaterra, promove junto dos municípios a criação de zonas exclusivas a carros na envolvente das escolas, variando os raios de distância entre os 200 e os 800 metros (Living Streets, 2012). O objectivo desta medida é encorajar a deslocação a pé, assegurando a segurança do acesso à escola nas suas imediações. Em casos em que a criação destas zonas não é possível, opta-se pela criação de zonas onde é proibido aos carros parar por forma a diminuir o congestionamento nos momentos de início e final das aulas.

2.2.4.4. Avaliação da localização das escolas

A promoção dos modos suaves é, de facto, um tema complexo devido à sua multidisciplinaridade. Ao nível do ordenamento do território destaca-se ainda a localização das escolas e o acesso a estas. A localização e o acesso às escolas têm um papel fundamental na escolha do modo de transporte a utilizar pelas crianças nas deslocações diárias. Enquanto que o acesso às escolas está relacionado com o conjunto de infra-estruturas existentes e o estado do tráfego local, a importância da localização das escolas é devida à distância entre as casas e as escolas. Tal é evidenciado em vários estudos pela identificação da distância como o factor mais influente na escolha do modo de transporte na deslocação entre a casa e a escola, seguido da perigosidade do tráfego. A probabilidade de crianças cuja distância entre a casa e a escola seja de 1,6 km realizarem este percurso a pé ou de bicicleta é três a cinco vezes superior à de crianças que tenham que percorrer distâncias maiores (Conti *et al.*, 2012).

De facto, parte do decréscimo na proporção de crianças a recorrerem aos modos suaves neste trajecto nos últimos trinta anos está associado ao aumento da distância entre a casa e a escola (Conti *et al.*, 2012). Este é um fenómeno que tem ocorrido frequentemente nos EUA, verificando-se também no contexto europeu (Marique *et al.*, 2013). Contrariando uma tendência de desaparecimento das pequenas escolas perto das comunidades para que escolas maiores fossem construídas em zonas mais distantes, várias localidades nos EUA adaptam actualmente um conjunto de directrizes publicadas em 2011 pela Agência de Protecção do Ambiente dos EUA (EPA) para aproximar novamente os locais de ensino às zonas residenciais visando facilitar a deslocação entre as duas áreas (CDC, 2008b). Destacam-se algumas acções cujo objectivo é a promoção dos modos suaves (Conti *et al.*, 2012):

- Revisão ou desenvolvimento de programas, directrizes e políticas que incentivam os modos suaves, nomeadamente em relação à localização das escolas e ao planeamento da área escolar;

- Melhoria da comunicação e divulgação dos apoios aos modos suaves existentes e disponibilizados pelos municípios e pelas direcções das escolas;
- Investigação acerca da existência e possibilidade de transferência de financiamento ao nível regional para apoiar os modos suaves na deslocação para a escola.

Os municípios têm, assim, um papel fundamental na definição de políticas que promovam a melhoria dos acessos às escolas, e do espaço público em geral, tanto quanto às condições de segurança como de conforto (Cook, 2010; Conti *et al.*, 2012). No entanto, o envolvimento da comunidade escolar – estudantes, familiares, professores, administradores escolares – em colaboração com as autoridades locais – câmara municipal, juntas de freguesia, operadores de transportes municipais, polícia e locais públicos de saúde – no planeamento da mobilidade escolar é igualmente necessária.

É a própria estrutura espacial, juntamente com a definição de políticas e aplicação de planos e regulamentos locais, que determina a disponibilidade das opções de mobilidade. As opções de ordenamento do território são, assim, um meio de aumentar a proporção de crianças que se deslocam através dos modos suaves, diminuindo significativamente as distâncias percorridas de automóvel e, consequentemente, as emissões de GEE e os consumos energéticos.

2.3. Relação entre a estrutura urbana e a procura de transporte

“Growth is inevitable and desirable, but destruction of community character is not. The question is not whether your part of the world is going to change. The question is how.”

(Edward T. McMahon)

2.3.1. Orientação espacial da expansão urbana – O exemplo de Curitiba

O espaço urbano constitui o local de encontro e desenvolvimento das actividades diárias da maior parte da população. Consequentemente compõe um conjunto indissociável de sistemas apesar das abordagens políticas tradicionais se lhes dirigirem, regra geral, de forma separada. Tal acarreta implicações tanto ao nível das funcionalidades da cidade e da qualidade de vida da sua população, como ao nível da própria gestão da cidade enquanto local de trocas materiais e energéticas.

Relativamente aos transportes e à mobilidade, são vários os problemas que resultam de um desenvolvimento urbano inadequado. O paradigma de planeamento actual que vem tentar corrigir e

prevenir o aparecimento desses problemas é conhecido como planeamento de uma mobilidade sustentável (Miranda e da Silva, 2012). Neste, a integração do planeamento urbano e dos transportes assume um papel fundamental na definição de políticas e medidas de ordenamento do território.

O desenvolvimento do sistema de transportes e das políticas de mobilidade na cidade de Curitiba, no Brasil, é um reconhecido exemplo de uma abordagem sustentável que integrou desde cedo o ordenamento do território e o planeamento dos transportes e da mobilidade por forma a controlar o crescimento urbano (Rabinovitch, 1996; Miranda e da Silva, 2012). Actualmente Curitiba tem cerca de 1,8 milhões de habitantes, sendo que em 1965, ano em que o Plano Director da cidade foi iniciado, a população era de 400 mil habitantes.

Em 1971, a autarquia atribuiu a prioridade aos peões no centro da cidade, através da criação da primeira rede pedonal no país. Em 1974, construíram-se os dois primeiros corredores estruturais dos cinco planeados, sendo que a faixa central de cada corredor era dedicada exclusivamente aos autocarros. O desenvolvimento destes corredores pretendia, juntamente com o planeamento urbano, ordenar o crescimento da população ao longo dos eixos definidos, aliviando a crescente pressão no centro da cidade. Para tal, foram definidos limites de densidade de construção para as diferentes áreas urbanizáveis que variam segundo a disponibilidade do transporte público. Assim, em zonas com menor acesso aos transportes públicos, esta é menor. O modelo conceptual que deu origem à estrutura urbana da cidade de Curitiba pode ser observado na Figura 2.12.



Figura 2.12. Corredor estrutural de Boqueirão e modelo do plano director da cidade de Curitiba
Adaptado de Lindau *et al.* (2010)

À medida que estas alterações foram tendo consequências no sistema urbano, a legislação em ordenamento de território foi também sendo alterada. Um exemplo disto foi a criação de zonas pedestres e novas áreas de comércio no centro da cidade onde antes existiam estradas devido à diminuição registada do congestionamento. Outro exemplo foi a alteração das funções permitidas numa dada área, que inicialmente era apenas residencial, e mais tarde foi definida por forma a acomodar também actividades comerciais em piso térreo. Esta alteração ocorreu devido à pressão exercida pela população que requeria a presença de pequenos espaços de comércio que pudessem ser acedidos a pé a partir de casa.

A mistura de funções foi especialmente considerada no centro da cidade devido às restrições de estacionamento e de tráfego, coexistindo a área residencial, comercial e de serviços. Esta opção de ordenamento do território, actualmente bem considerada, constituiu na época uma ruptura com os esquemas de urbanização tradicionais. Os espaços verdes e parques foram estrategicamente localizados por toda a cidade (Rabinovitch, 1996). Por forma a evitar a especulação dos terrenos nestes eixos, a cidade comprou loteamentos antes das alterações designadas pelo Plano Director que destinou a habitação social. O objectivo desta medida era o de integrar uma parte da população com baixos rendimentos, localizando-a em zonas cujo acesso aos transportes públicos estivesse garantido. Em 1973, com o compromisso de melhoria dos transportes nos anos seguintes, foi criada nos arredores da cidade a Cidade Industrial de Curitiba (CIC). Em 1996, a CIC empregava cerca de um quinto da população activa de Curitiba.

Outro objectivo da criação destes corredores, aproveitando a rede viária existente, foi a promoção de uma nova hierarquia de transportes que fosse económica e socialmente sustentável e que apoiasse e reforçasse as outras opções de ordenamento de território. Para tal, cada um dos corredores foi dividido em três vias paralelas com o objectivo de distinguir diferentes necessidades de tráfego. Assim, as vias exteriores foram designadas para deslocações rápidas e directas do tráfego em geral entre o centro económico da cidade e as zonas periféricas e as vias centrais foram dedicadas aos percursos expresso dos transportes públicos e aos acessos ao tráfego (Miranda e da Silva, 2012). Relativamente ao modo de transporte, a grande aposta nesta revolução do sistema de transportes público baseou-se no principal modo de transporte público até à data, o autocarro, no qual residia a melhor oportunidade de custo.

Juntamente com opções de ordenamento do território e de planeamento urbano, as melhorias contínuas ao nível das frotas e dos percursos permitiram um maior acesso da população aos autocarros, que se tornaram cada vez mais atractivos. Segundo Rabinovitch (1996), um inquérito recente à data do artigo indicou que 25% dos condutores substituíram efectivamente o automóvel pelo autocarro, nas viagens pendulares. No entanto, por forma a contemplar uma maior capacidade

do sistema, foi também planeada a electrificação destes corredores para mais tarde inserir o metropolitano de superfície (Rabinovitch, 1995).

O estudo desenvolvido por Miranda e da Silva (2012), onde o Índice de Mobilidade Urbana Sustentável (I_SUM) foi aplicado à cidade de Curitiba, confirmou o sucesso do planeamento urbano e do sistema de transportes desenvolvido nesta cidade, mas também identificou algumas lacunas neste contexto. As principais referem-se aos transportes não-motorizados, principalmente a bicicleta, e à crescente utilização do automóvel privado. A primeira decorre do planeamento das ciclovias enquanto meio de prática de uma actividade de lazer e não como vias de circulação de um modo de transporte alternativo, o que desincentiva o seu uso. Já a segunda é indicativa de um sistema de transportes que não promove efectivamente a redução da utilização do automóvel privado, cuja posse aumenta e a ocupação média é muito baixa, prevendo a necessidade de aplicar instrumentos de restrição e desincentivo ao uso do automóvel privado em complemento.

Por outro lado, este estudo realçou a importância de uma vontade política forte que resistiu às alterações políticas e administrativas, dando continuidade aos princípios de planeamento preconizados no primeiro Plano Director da cidade, e de instituições que acompanharam o desenvolvimento de todo o processo assegurando o cumprimento dos objectivos gerais (Lindau *et al.*, 2010). O I_SUM foi ainda aplicado a cada uma das subdivisões administrativas. Os valores superiores nas subdivisões mais próximas do centro económico da cidade, onde as infra-estruturas de transporte são melhores, e os valores inferiores naquelas menos desenvolvidas eram expectáveis. Os resultados mostraram ainda que subdivisões mais densas pontuaram mais alto. Por outro lado, a relativa homogeneidade dos resultados revelou de facto uma distribuição equilibrada de boas condições de mobilidade.

Este caso de estudo, demonstra a capacidade de adaptação de um modelo de gestão urbana que anteviu as potenciais alterações no território e que, de forma inovadora, integrou o planeamento dos transportes, o planeamento urbano e o ordenamento do território. Deste modo o crescimento urbano foi pensado e orientado num processo de aprendizagem que se desenrolou ao longo de mais de quatro décadas e cuja experiência gerou um conjunto de lições. Entre as quais, a necessidade de que os decisores reconheçam a importância da bicicleta enquanto modo de transporte urbano no processo de desenvolvimento urbano e de interligar as medidas de desenvolvimento urbano e mobilidade e transportes e os objectivos económicos nacionais e de desenvolvimento humano (Rabinovitch, 1996).

Enquanto, inevitavelmente, o consumo energético nesta cidade aumentou nas últimas quatro décadas devido ao significativo aumento populacional e consequentes actividades, o

desenvolvimento de um sistema viário que destaca o transporte público e de um planeamento urbano que favorece a acessibilidade, pela promoção dos modos suaves, permitem contrabalançar este acontecimento.

2.3.2. Integração dos sistemas de uso do solo e transportes nos planos de Ordenamento do Território

O principal objectivo dos transportes é proporcionar o acesso dos indivíduos e dos negócios às diversas actividades do território, nomeadamente ao emprego, comércio e lazer. A facilidade com que estas actividades podem ser alcançadas depende não só do sistema de transportes, mas também dos padrões de uso do solo (Halden, 2002). Uma abordagem equilibrada do desenvolvimento urbano aumenta o potencial de, localmente, aceder às actividades procuradas, minimizando-se os efeitos negativos do sistema de transportes, como o consumo de energia e a emissão de gases com efeito de estufa (Bertolini, 2005).

De um modo geral, a interacção entre os sistemas de uso do solo e transportes é explicada por duas implicações: o uso do solo determina os fluxos de tráfego e as infra-estruturas de transporte alteram os padrões de uso do solo (Wegener e Fürst, 2004). As várias relações que daqui decorrem foram investigadas e esquematizadas por Wegener e Fürst (2004), encontrando-se na Figura 2.13.

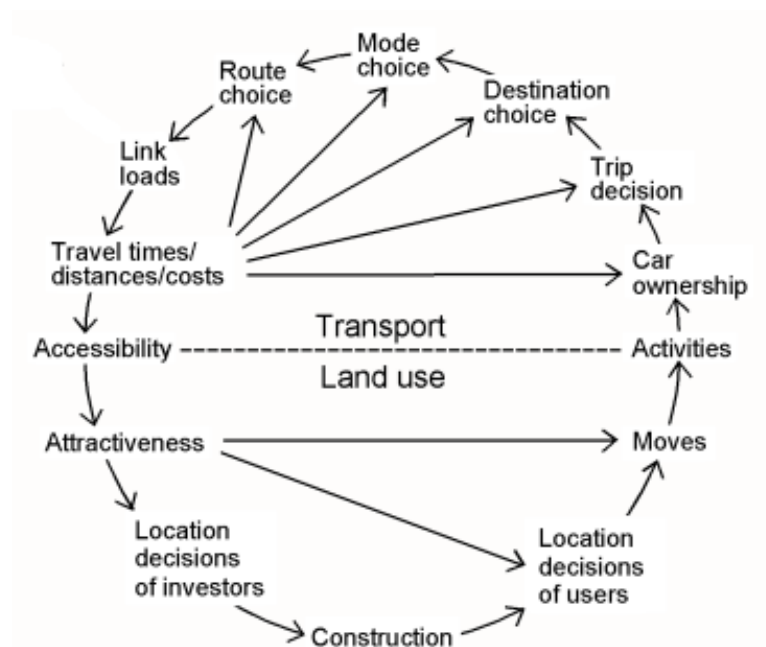


Figura 2.13. Interação entre os sistemas de uso do solo e dos transportes
Fonte: Wegener e Fürst (2004)

Regra geral, o planeamento dos transportes nos meios urbanos e o planeamento urbano têm sido realizados de forma desconexa nas últimas décadas. Geerlings e Stead (2003) referem que, citando uma declaração feita na Conferência Europeia de Ministros do Transporte, em 2001, “o planeamento dos transportes urbanos não pode ser realizado isoladamente do uso do solo e ambiente sem comprometer o objectivo de um desenvolvimento sustentável”. Contudo, a integração dos dois sistemas na definição de políticas de ordenamento do território não é de fácil implementação (Halden, 2002; Bertolini *et al.*, 2005; Curtis, 2008). As razões mais referidas na literatura científica referem-se à dificuldade de reestruturação do tecido urbano existente (Curtis, 2008), à complexidade de conciliação das diversas componentes destes sistemas o que resulta num conjunto variado de possíveis abordagens (Geurs e van Wee, 2004) e à necessidade de se coordenar com as políticas de desenvolvimento territorial à escala regional e com os objectivos definidos à escala nacional (Sperling *et al.*, 2011).

Um exemplo de uma estratégia de ordenamento do território cujo objectivo primordial consiste na integração dos sistemas de uso do solo e transportes na definição das políticas de desenvolvimento sustentável de modo a minimizar as necessidades de deslocação e proporcionar um melhor ambiente urbano que estimule a utilização de modos de transporte mais sustentáveis como a bicicleta ou a pedonalidade dá pelo nome de *Network City* (Curtis, 2008). Segundo Curtis (2008), a implementação desta estratégia na cidade de Perth implicou o estabelecimento de metas populacionais e de emprego relativamente à sua localização, o planeamento activo de misturas de funções no espaço urbano, a integração efectiva do uso do solo e do sistema de transportes públicos, a reconsideração das funções da rede viária e do seu desenho perante os novos objectivos.

O conceito que traduz as ligações entre os dois sistemas é a acessibilidade (Halden, 2002). Segundo Makrí (2001) *in* Vandenbulcke *et al.* (2009), uma melhor acessibilidade traduz-se numa melhoria da qualidade de vida dos cidadãos, nomeadamente para pessoas com baixos rendimentos ou fisicamente debilitadas, proporcionando, por exemplo, uma maior liberdade na escolha de actividades. As políticas de ordenamento do território devem, então, considerar a acessibilidade enquanto compromisso dos dois sistemas de uma forma estratégica, contrariando anteriores padrões de desenvolvimento que remetiam a acessibilidade para a mobilidade, onde o automóvel privado desempenhava o papel principal (Curtis, 2008). Halden (2002) defende a necessidade de que os planos de ordenamento do território demonstrem os impactes na acessibilidade das opções formuladas.

2.3.3. O conceito de acessibilidade urbana

A acessibilidade é, de facto, um conceito frequentemente utilizado em áreas como o planeamento dos transportes, o planeamento urbano e a geografia, desempenhando um papel importante na definição de políticas de desenvolvimento das cidades (Geurs e van Wee, 2004). A sua definição não é consensual, encontrando-se várias tentativas na literatura científica (Handy e Niemeier, 1997; Geurs e Ritsema van Eck, 2001; Bertolini *et al.*, 2005). No entanto, uma definição comumente aceite é a facilidade com que as actividades podem ser alcançadas a partir de um determinado lugar, através de um dado sistema de transportes (Vandenbulcke *et al.*, 2009). Segundo Halden (2002), os elementos-chave da definição de acessibilidade são o grupo populacional, a localização das actividades existentes e a disponibilidade de transporte.

Bertolini e Le Clercq (2003) sugerem que a alteração da forma como se planeiam os transportes, substituindo-se a perspectiva da mobilidade pela da acessibilidade, permite aumentar a competitividade de opções de deslocação mais sustentáveis (andar a pé, bicicleta, transportes públicos) em relação ao automóvel privado segundo determinadas condições de uso do solo (densidades mais elevadas, mistura de funções). Neste sentido, Bertolini *et al.* (2005) apresentaram o conceito de acessibilidade sustentável como o desenvolvimento das condições de transporte e uso do solo visando uma maior representação da utilização dos modos de transporte mais sustentáveis ao mesmo tempo que se mantém ou aumenta a quantidade e diversidade de actividades que as pessoas possam alcançar num determinado período de tempo ou custo.

2.3.4. Medidas de acessibilidade

A análise quantitativa da acessibilidade pretende definir o nível de oportunidades e escolhas considerando a existência de actividades no território e as opções de transporte disponíveis para as alcançar (Halden, 2002). De acordo com Geurs e van Wee (2004) das diferentes definições e medidas de acessibilidade podem identificar-se quatro componentes interdependentes: uso do solo, transporte, temporal e individual. A primeira, referindo-se à distribuição das actividades do território, constitui um factor determinante na procura de transporte e pode também afectar as outras componentes contribuindo com restrições de tempo e influenciando as oportunidades de acesso para cada indivíduo.

Idealmente, uma medida de acessibilidade deveria contemplar todas estas componentes por forma a reflectir o efeito combinado de medidas nos diferentes sectores. No entanto, regra geral, as medidas de acessibilidade concentram-se numa ou em duas componentes, consoante a perspectiva considerada. Geurs e van Wee (2004) identificaram quatro perspectivas distintas: infra-estruturas de

transporte (planeamento de transportes), localização (planeamento urbano e geografia), indivíduo (geografia espaço-temporal) e serviços (economia). Várias medidas de acessibilidade baseadas nas infra-estruturas de transporte – tempos de viagem, congestionamento e velocidade operacional – têm sido utilizadas para descrever o funcionamento dos sistemas de transporte assumindo um papel importante nas actuais políticas de transportes de vários países europeus (Ypma, 2000 *in* Geurs e van Wee, 2004).

No Reino Unido, por exemplo, a integração dos sistemas de uso do solo e transportes tem vindo a ser desenvolvida nas últimas duas décadas encontrando-se já definidos os requisitos para a análise da acessibilidade na definição de planos de ordenamento do território – particularmente aquando da selecção da localização de novos desenvolvimentos urbanos, avaliação de opções de transporte, análise de propostas de gestão do tráfego e definição de padrões de estacionamento (Halden, 2002). Nos últimos anos têm vindo a ser desenvolvidos guias que pretendem apoiar a tomada de decisão nas opções de ordenamento do território em relação às técnicas de análise da acessibilidade (Halden *et al.*, 2000; IMTT, 2011c). Estes vêm contribuir para relevar a importância da utilização de medidas de acessibilidade quantitativas, num panorama em que a análise da acessibilidade é ainda maioritariamente qualitativa (Halden, 2002).

A utilização de indicadores de acessibilidade juntamente com sistemas de informação geográfica (SIG) é sugerida por Ritsema van Eck e de Jong (1999) no apoio à tomada de decisão relativa à integração dos sistemas de uso do solo e transportes. Num estudo desenvolvido pelos mesmos, em 1995, estes instrumentos foram utilizados em conjunto por forma a identificar as áreas potenciais de localização de novas construções, com base em critérios como a distância aos maiores centros de emprego e aos principais centros de abastecimento. A análise conjunta de ambos os sistemas possibilita um desenvolvimento urbano mais sustentável, evitando a localização de novos desenvolvimentos urbanos em áreas cuja dependência do carro é maior devido ao escasso serviço de transportes públicos (Vandenbulcke *et al.*, 2009).

2.3.5. Resultados da análise quantitativa da acessibilidade

As alterações ao nível do uso do solo e dos transportes afectam a acessibilidade que, por sua vez, influencia a organização e a dinâmica das regiões e, conseqüentemente, a localização das actividades e dos próprios indivíduos (Bavoux *et al.*, 2005). Num estudo realizado por Geurs *et al.* (2010), o desenvolvimento de diferentes cenários de uso do solo demonstraram que a densificação urbana origina uma maior acessibilidade do transporte público e dos modos suaves, ao mesmo tempo que reduz a acessibilidade do automóvel privado. Pelo contrário, um desenvolvimento urbano disperso

implica uma menor acessibilidade para qualquer modo de transporte, mas particularmente para os modos suaves.

Também Vandembulcke *et al.* (2009) verificaram que o crescente número de habitações construídas em zonas periféricas, onde a qualidade do serviço de transporte público é inferior (frequência, densidade de paragens), favorece a utilização do automóvel privado. O que por sua vez implica uma redução da acessibilidade devida ao aumento dos níveis de congestionamento e dos tempos de deslocação.

A previsão do aumento dos níveis de tráfego e congestionamento tanto nas cidades como nos acessos a estas, devido à dispersão urbana, remete para a necessidade de intervir ao mesmo tempo no planeamento dos transportes e no planeamento urbano. Por outro lado, os crescentes níveis de congestionamento resultantes dos movimentos periurbanos ameaçam a competitividade dos principais centros urbanos urgindo soluções como a melhoria da intermodalidade ou implementação de políticas de preço (Vandembulcke *et al.*, 2009).

A abordagem de Bertolini *et al.* (2005) na análise da acessibilidade aos nós urbanos (centros de concentração de locais de trabalho e serviços) permite identificar a vulnerabilidade destes em relação ao tráfego congestionado e a competitividade do transporte público. A identificação dos nós onde o desenvolvimento de mais locais de trabalho não deve ser encorajado por forma a evitar uma utilização ineficiente das infra-estruturas viárias existentes e um aumento nas deslocações e distâncias percorridas de automóvel privado é uma das indicações possíveis em termos de políticas de planeamento urbano.

2.4. Relação entre a estrutura urbana e os consumos energéticos

*“We may find that, while we’re drastically cutting our energy consumption,
we’re actually raising our standard of living.”*

(David R. Brower)

Muitas cidades europeias abordam o crescente consumo de energia e emissão de GEE no sector dos transportes através do desenvolvimento de sistemas de transporte integrados, da introdução de impostos rodoviários e cobrança de estacionamento nos locais de trabalho ou da revitalização do serviço de autocarros (Pooley e Turnbull, 2005). O reconhecimento de que são necessárias outras medidas para diminuir os níveis de tráfego nas cidades, levou a comunidade científica a investigar a

relação entre o planeamento do uso do solo, os transportes e o ambiente (Bandeira *et al.*, 2011). Apesar da pesquisa acerca da integração das diferentes políticas nesta área não ser vasta (Bandeira *et al.*, 2011) nem das implicações de diferentes padrões de uso de solo urbano no consumo de energia (Chen *et al.*, 2011), a relação entre o planeamento urbano (forma, dimensão, densidade e uso do solo) e a sua sustentabilidade é reconhecida. Uma das facetas acerca do debate de estruturas urbanas sustentáveis é a relação entre a própria estrutura urbana e o consumo energético (Chen *et al.*, 2011).

O processo de urbanização é um fenómeno determinante do desenvolvimento económico que induz à concentração de recursos humanos, actividades económicas e consumo de recursos nas cidades (Madlener e Sunak, 2011). De acordo com a IEA (2008) cerca de dois terços do consumo mundial de energia é realizado nas cidades, constituindo os combustíveis fósseis a maior componente deste consumo.

Visando a análise dos impactes que a urbanização tem na procura de energia, Madlener e Sunak (2011) identificaram os principais processos e mecanismos de urbanização que afectam as estruturas urbanas, as necessidades energéticas e o comportamento humano (Figura 2.14). É importante lembrar que estes mecanismos têm diferentes implicações consoante se referem países desenvolvidos ou em vias de desenvolvimento, sendo que na presente dissertação o contexto abordado é o do primeiro conjunto de países.

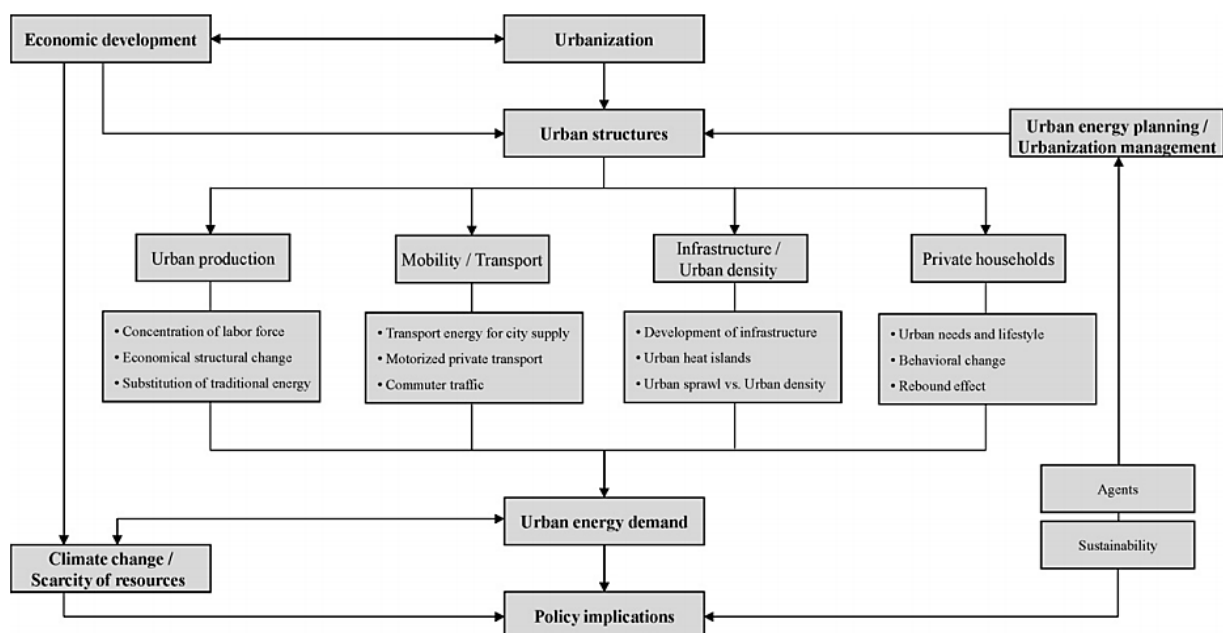


Figura 2.14. Impactes da urbanização nas estruturas urbanas e procura de energia
Fonte: Madlener e Sunak (2011)

Madlener e Sunak (2011) defendem que o planeamento energético municipal é indissociável do planeamento urbano. Isto porque o planeamento urbano influencia a organização física do espaço e a distribuição espacial de pessoas e actividades e a procura de energia dos principais sectores urbanos – residencial, comercial e de transportes – está relacionada.

O reconhecimento destas interacções assim como a coordenação dos vários agentes locais, regionais e nacionais, das suas responsabilidades e objectivos é essencial para que o desenvolvimento urbano se faça de forma sustentável. De um modo geral, os municípios têm três linhas de acção principais para reduzir o seu consumo de energia a longo-prazo: investimento nas infra-estruturas de transporte, regulamentação do uso do solo urbano e periurbano e políticas de preço (Lefèvre, 2009). Wende *et al.* (2010) lembram a fase inicial em que o conhecimento acerca das abordagens e medidas de planeamento urbano e ordenamento do território numa perspectiva de optimização energética das cidades se encontra.

De acordo com Keirstead e Shah (2011), o consumo de energia nas cidades pode ser dividido em quatro componentes: a estrutura urbana (i.e. o conjunto de edifícios, redes de transportes e de distribuição de recursos), as funções da cidade (e.g. actividades e fluxos), o sistema de abastecimento de energia e os impactes do ciclo de vida dos materiais necessários à operação das funções urbanas. Chen *et al.* (2011) analisaram a relação entre os padrões de uso do solo e o consumo de energia tendo descoberto que a dimensão urbana e a fragmentação dos padrões de uso do solo estão positivamente correlacionadas com o consumo de energia. No primeiro caso verificaram que a relação é explicada pelo desenvolvimento económico, crescimento populacional e aumento da procura de transportes. No segundo sugerem que a relação se deve ao aumento potencial do tráfego devido a uma distribuição heterogénea das actividades e ao aumento das distâncias percorridas.

As relações entre o uso de energia e os padrões de desenvolvimento urbano são complexas, não sendo vasta a literatura que as investiga de uma forma sistemática (Larson *et al.*, 2012). Por esta razão, apenas recentemente foram desenvolvidos modelos que visam a análise de medidas e políticas relacionadas com o consumo energético nas cidades, integrando os diferentes sectores urbanos (Chingcuanco e Miller, 2012). Como exemplos referem-se o sistema ILUTE – *Integrated Land Use, Transportation, Environment* (Chingcuanco e Miller, 2012) – e o modelo de simulação UEFM – *Urban Energy Footprint Model* (Larson *et al.*, 2012). A modelação dos sistemas energéticos urbanos é já considerada, no entanto, uma ferramenta importante na avaliação dos melhores projectos, novas políticas e medidas e utilização de tecnologias (Keirstead *et al.*, 2012).

Sendo os sectores dos transportes e edifícios os maiores responsáveis pelos consumos energéticos nas cidades, é também neles que reside o maior potencial de eficiência energética (Clark, 2013).

Principalmente quando existe um conjunto de políticas e de medidas ao nível do planeamento urbano que permite reduzir as necessidades energéticas ao considerar as relações entre os dois sectores. A hipótese de que alterações na estrutura urbana influenciam os consumos energéticos resulta do facto de que as deslocações e o uso do solo são, até determinada extensão, função um do outro (Newman e Kenworthy, 1991). O controlo de desenvolvimentos urbanos dispersos, o aumento das densidades de construção, a mistura de funções são alguns exemplos que influenciam as distâncias de deslocação, as necessidades de deslocação e a melhoria da acessibilidade para os modos suaves, e consequentemente os consumos energéticos (Clark, 2013).

2.4.1. Padrões de urbanização

De acordo com um relatório da EEA (2006b) a maioria das regiões europeias tem presenciado uma expansão das áreas urbanas maior do que o crescimento populacional, num fenómeno denominado de dispersão urbana. Portugal é disto um dos exemplos mais graves. Tal decorre do desenvolvimento de novas áreas residenciais e comerciais essencialmente nas áreas suburbanas, cuja dependência da utilização do automóvel privado se deve ao facto de que as actividades procuradas continuam a estar localizadas no centro urbano original (Bart, 2010). Este relatório da EEA (2006b) vem anunciar que a dispersão urbana não é um fenómeno natural, podendo ser efectivamente controlado através de políticas de governância apropriadas.

O planeamento destes desenvolvimentos suburbanos dá-se geralmente sem consideração pela rede de transportes públicos existente. Tal implica maiores consumos energéticos tanto pela dependência do automóvel privado para percorrer distâncias maiores como pela tentativa de cobertura de uma população dispersa pela rede de transportes públicos (Bart, 2010). Camagni *et al.* (2002) concluíram que o transporte público parece ser fortemente influenciado, em termos de eficiência e competitividade, pela estrutura urbana, afirmando que quanto mais disperso for o desenvolvimento urbano, menor será o nível de eficiência e competitividade e consequentemente a sua representação na distribuição modal.

Uma medida sugerida por Bart (2010) neste sentido é a definição de níveis de acesso mínimos dos novos edifícios à rede de transportes públicos, visando evitar a construção de edifícios em áreas suburbanas de baixa densidade onde o transporte público não é competitivo em relação ao automóvel privado. Para além das infra-estruturas de transporte, o desenvolvimento disperso das cidades implica a extensão de outras infra-estruturas urbanas como as redes de abastecimento e saneamento de águas e a iluminação das ruas, cuja operação e manutenção requer consumos de energia adicionais (Madlener e Sunak, 2011). Madlener e Sunak (2011) referem que os edifícios

localizados em áreas densas quando comparados com habitações isoladas perdem menos calor uma vez que têm menos superfícies expostas.

As estruturas urbanas compactas, caracterizadas por uma densidade elevada, uso do solo misto, habitação orientada para a pedonalidade e eficiência energética, são defendidas por muitos autores como a forma indicada para um desenvolvimento urbano sustentável (Chen *et al.*, 2011). A Comissão Europeia afirma que “evitar a dispersão urbana através de padrões de desenvolvimento caracterizados por uma densidade elevada e mistura de funções permite benefícios ambientais relativamente ao uso do solo, transporte e aquecimento, contribuindo para diminuir o consumo de recursos *per capita*” (COM, 2005). Outros autores, no entanto, revelam evidências de que a redução do consumo energético nas cidades pode ser também alcançada pela concentração de desenvolvimentos descentralizados (Holden e Norland, 2005).

Apesar de ser tema de discussão na literatura científica, as vantagens da cidade compacta sobre a cidade dispersa no que diz respeito aos consumos energéticos são geralmente aceites (Madlener e Sunak, 2011). Actualmente, o controlo da dispersão urbana constitui um princípio fundamental de planeamento urbano sendo um dos objectivos mais realçados nas políticas e estratégias de ordenamento do território (EEA, 2006b; Couch e Karecha, 2006). A Holanda é disto um exemplo de um caso bem-sucedido e admirado pelos peritos do tema (Dieleman e Wegener, 2004; Bart, 2010).

A promoção da compactação urbana não deve, no entanto, ser feita sem considerar os potenciais efeitos negativos como a concentração insustentável de população e os níveis de congestionamento (Echenique *et al.*, 2012; Melia *et al.*, 2011). Uma característica típica das cidades compactas e densas, por exemplo, é o efeito da ilha de calor, que provoca um aumento da temperatura do ar na cidade entre 1°C a 3°C quando em comparação com a área envolvente (Madlener e Sunak, 2011). Tal traduz-se no aumento dos consumos energéticos requeridos para arrefecimento e utilização de ar condicionado nos espaços interiores (Ewing e Rong, 2008). Este efeito pode ser, no entanto, contrariado pela colocação de árvores no espaço urbano devido ao arrefecimento do ambiente proporcionado pelo ensombramento e pelo processo de evapotranspiração.

Outras opções que permitem mitigar o efeito da ilha de calor consistem no desenvolvimento de espaços verdes e outros espaços públicos abertos (Madlener e Sunak, 2011). Estas considerações tornam-se essencialmente pertinentes quando, apesar do aumento de temperatura devido ao efeito da ilha de calor, uma estrutura urbana compacta e densa permite ao mesmo tempo significativas poupanças energéticas, nomeadamente no sector dos transportes.

Para que ocorra a redução da utilização do automóvel privado por parte da população urbana é necessário construir cidades em que não ter o carro é uma vantagem e não uma dificuldade

(Bart, 2010). Segundo Clark (2003), densidades populacionais mais elevadas estão correlacionadas com níveis inferiores de deslocação *per capita* e com menores consumos de energia relacionados com o transporte. Na Figura 2.15 apresenta-se um gráfico onde os autores mostram a relação entre o consumo de energia nos transportes e a densidade urbana.

A densidade populacional constitui, assim, um factor que determina a eficiência energética do sistema de transportes urbanos. Os outros factores identificados no seu estudo foram a densidade de emprego, o grau de dispersão populacional, a conectividade regional e os nós urbanos. A conclusão de que a compactação urbana reduz as distâncias percorridas nas deslocações da população é válida no caso em que a maioria das deslocações realizadas ocorre dentro do município e não entre municípios (Clark, 2013).

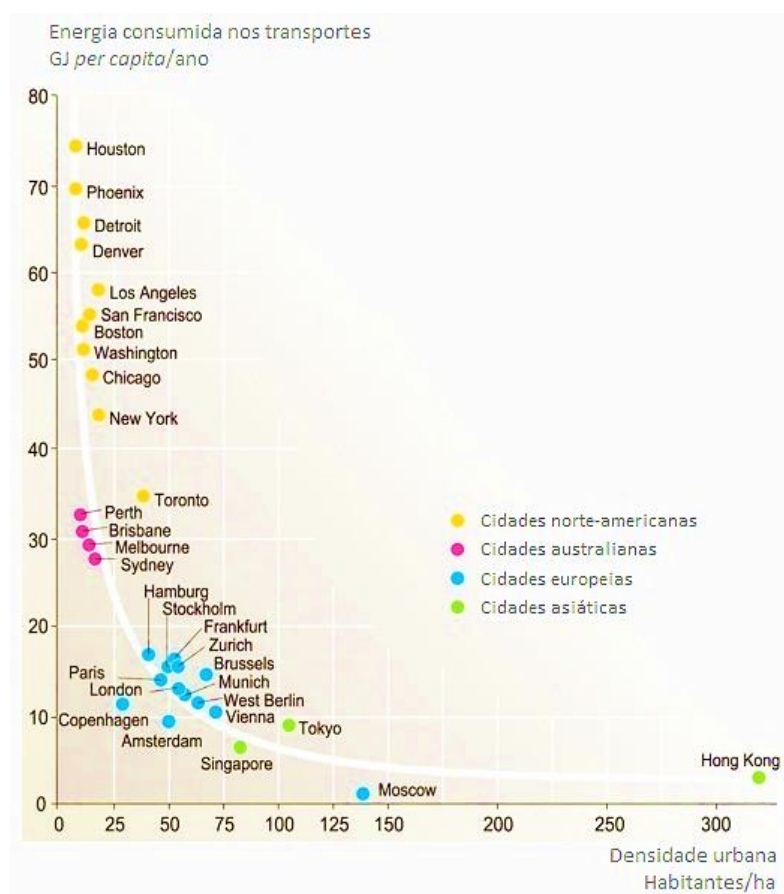


Figura 2.15. Relação entre a energia consumida nos transportes e a densidade urbana
Adaptado de Monde Diplomatique (2007)

No que diz respeito aos próprios desenvolvimentos urbanos, segundo Wende *et al.* (2010), os critérios mais relevantes são a densidade do parque edificado e as ligações com a rede dos transportes, a disponibilidade e proximidade de infra-estruturas básicas; a maximização de oportunidades de aproveitamento natural de luz, aquecimento e arrefecimento e o

acondicionamento de espaço para a instalação de sistemas de produção de energia renovável (solar e eólica). A atribuição de licenças de construção apenas a projectos que permitissem uma optimização do território por forma a assegurar a sua eficiência energética é uma das medidas sugeridas por Larson *et al.* (2012).

2.4.2. Reordenamento e reconfiguração do espaço urbano

As diferentes funções do território nos meios urbanos – enquanto componentes do espaço urbano construído, nomeadamente áreas residenciais, parques de industriais e de negócios, áreas recreativas e vias de comunicação – têm diferentes padrões de utilização de energia, água, materiais e espaço (Leduc e van Kann, 2013). A sua distribuição espacial determina a configuração do espaço urbano, sendo fundamental na análise da relação entre a estrutura urbana e o consumo de energia na cidade (Chen *et al.*, 2011). Segundo Lehmann (2011) a redefinição dos espaços urbanos existentes e das suas redes de infra-estruturas é cada vez mais importante na mitigação do crescente consumo de recursos que se sabem limitados.

As potenciais poupanças energéticas resultantes da integração das políticas de transportes e de políticas de ocupação e uso do solo são significativamente maiores do que as poupanças decorrentes de medidas segregadas. A análise da evolução da distribuição espacial de funções básicas da vida urbana quotidiana como os locais de emprego e de residência assume um papel importante neste sentido, uma vez que as decisões de localização de determinadas estruturas influenciam os padrões de deslocação da população – número de viagens, distância percorrida, tempo médio despendido e distribuição modal (Lefèvre, 2009). Keirstead e Shah (2011) desenvolveram um modelo de optimização energética da configuração urbana, onde integram a localização de edifícios e actividades e os fluxos de transporte. Outro modelo de análise energética urbana que simula a localização ideal de novas estruturas urbanas é o iTEAM – *Integrated Transportation and Energy Activity-Based Model* (Chingcuanco e Miller, 2012).

De acordo com Lehmann (2011), projectos monofuncionais geram uma maior procura de mobilidade. Assim, o planeamento de mistura de funções na reconfiguração dos espaços urbanos existentes é particularmente importante no que diz respeito aos consumos energéticos relacionados com o tráfego uma vez que ajuda a diminuí-los. Esta deve assim ser estimulada pelos instrumentos de ordenamento do território nomeadamente em locais de acessibilidade elevada (Lefèvre, 2009). Uma forma de implementar esta abordagem é a concepção do piso térreo de forma adaptável para comércio, lazer ou utilização comunitária, na construção dos novos edifícios (Lehmann, 2011).

Leduc e Van Kann (2013) apoiam esta visão, afirmando que a mistura de funções (habitação, emprego, serviços públicos e privados, espaços abertos) proporciona uma maior conectividade e proximidade entre as diferentes funções, características do território que permitem otimizar os fluxos urbanos. Residentes de bairros caracterizados por uma elevada densidade, mistura de funções, uma boa acessibilidade aos transportes públicos e uma boa rede pedestre conduzem menos do que residentes de bairros cujas mesmas características são inferiores (Handy *et al.*, 2005). A título de exemplo, Clark (2013) refere as conclusões de um estudo americano que revela que o aumento da densidade residencial nos meios urbanos pode reduzir as distâncias percorridas pelas famílias em 5% a 12%, sendo que esta percentagem aumenta para 25% se esta medida for acompanhada de uma maior concentração das áreas de emprego, melhorias significativas dos transportes públicos e mistura de funções.

O maior desafio na melhoria da eficiência energética à escala urbana reside na dificuldade de alterar a configuração urbana já existente (Keirstead e Shah, 2011). Enquanto que as utilizações finais de energia são relativamente fáceis de modificar, as infra-estruturas urbanas devido à sua dimensão são mais persistentes (Morris, 1994). Tal releva a necessidade de proceder a um planeamento de base assente em princípios de sustentabilidade. Lehmann (2011) sugere um conjunto de acções relevantes no âmbito de uma estratégia de reconfiguração da estrutura urbana existente: encorajamento da densificação dos centros urbanos através de uma ocupação dos espaços disponíveis com funções mistas, da regeneração dos centros urbanos e de desenvolvimentos orientados pela rede de transportes; concepção compacta de novas construções; promoção de oportunidades de negócio em locais próximos da rede de transportes, optimização entre planeamento urbano e o sistema de transportes; implementação de medidas de eficiência energética no parque edificado.

2.4.3. Ocupação e reabilitação de espaços abandonados

Maioritariamente, o rápido crescimento urbano ocorreu de forma dispersa, havendo poucos casos em que este se deu ocupando os espaços disponíveis nos meios urbanos já desenvolvidos (Clark, 2012). A ocupação de espaços abandonados é uma forma de uso eficiente do solo que promove a densificação dos meios urbanos e o acesso ao conjunto de oportunidades existentes (por exemplo, rede de infra-estruturas básicas ou locais de trabalho, comércio e lazer) e evita desenvolvimentos em áreas não urbanizadas (Lehmann, 2011). Loures e Panagopoulos (2007) afirmam que a reabilitação de espaços urbanos abandonados pode desempenhar um papel significativo no futuro planeamento urbano, colmatando a procura de funções e actividades urbanas nas comunidades.

2 REVISÃO DE LITERATURA

De acordo com Lehmann (2011) o desenvolvimento de projectos de ocupação dos espaços urbanos abandonados permite atrair população aos centros urbanos. Para isto, a ocupação dos espaços urbanos abandonados deve contemplar determinados aspectos como a mistura de funções, densificação dos centros urbanos e construção de habitação economicamente viável.

A requalificação da habitação nos centros urbanos é uma das medidas de densificação sugeridas por Lehmann (2011), relevando a necessidade de criar uma oferta diversificada de tipologias de habitação por forma cobrir os vários nichos do mercado imobiliário. A promoção do aluguer ou compra de habitação nas zonas urbanas consolidadas através da criação de incentivos para a requalificação energética e estrutural do parque residencial mais antigo e degradado é um exemplo de uma medida de planeamento urbano que devia ser prioritária ao abrigo de uma estratégia energética municipal (Wende *et al.*, 2010). Esta medida não contribui apenas para a densificação da estrutura urbana, mas também para a regeneração de um parque residencial antigo cuja concepção é caracterizada por baixos níveis de eficiência energética, implicando elevados consumos de energia para aquecimento (Liu e Sweeney, 2012).

Também a produção agrícola em espaços urbanos desocupados tem vindo a ser promovida através do planeamento urbano, ressurgindo a prática num panorama actual de poupança de recursos (Lehmann, 2011). Com o aumento dos espaços urbanizados, juntamente ao crescimento dos sectores industrial e de serviços nas cidades, a disponibilidade de território para a produção agrícola tem vindo a diminuir (Madlener e Sunak, 2011). Tal implica que os produtos agrícolas sejam importados de longas distâncias, o que no contexto de uma população urbana crescente, se traduz num aumento dos consumos energéticos associados ao abastecimento destes produtos (Jones, 2004). A redução do consumo energético relativo ao abastecimento dos produtos agrícolas devida à diminuição das distâncias percorridas para o seu transporte é defendida por alguns autores, sendo uma hipótese em debate na literatura científica (Mundler e Rumpus, 2012).

Segundo Loures e Burley (2012), os solos inicialmente urbanizados para desenvolvimentos industriais são actualmente subvalorizados considerando as suas potencialidades no que diz respeito ao reordenamento urbano. As oportunidades subjacentes aos espaços abandonados industriais residem no facto de constituírem fracções disponíveis do território urbano com potencial de ocupação, relativamente próximas da generalidade das actividades urbanas. Acresce a possibilidade de restauração de uma identidade social e cultural através da integração de elementos remanescentes da herança industrial em novos projectos de desenvolvimento urbano (Doick *et al.*, 2006).

Esta abordagem permite assim avivar o sentido de comunidade e contribuir para um desenvolvimento urbano sustentável uma vez que promove a reutilização do espaço e de elementos

construídos. Loures e Burley (2012) apresentam um exemplo reconhecido de reabilitação de espaços industriais abandonados e sua integração com a malha urbana consolidada – o Duisburg Nord Park, na Alemanha. A renovação deste espaço permitiu inclusive o desenvolvimento da estrutura ecológica da cidade e a criação de actividades recreativas e culturais que vieram enriquecer a oferta de funções urbanas, como se pode observar nas fotografias apresentadas na Figura 2.16. Os projectos de reabilitação dos espaços industriais abandonados devem enquadrar-se numa estratégia de desenvolvimento urbano requerendo uma abordagem integrada das políticas de desenvolvimento urbano sustentável, da preservação da herança industrial e das necessidades sociais e económicas da população urbana (Loures e Burley, 2012).

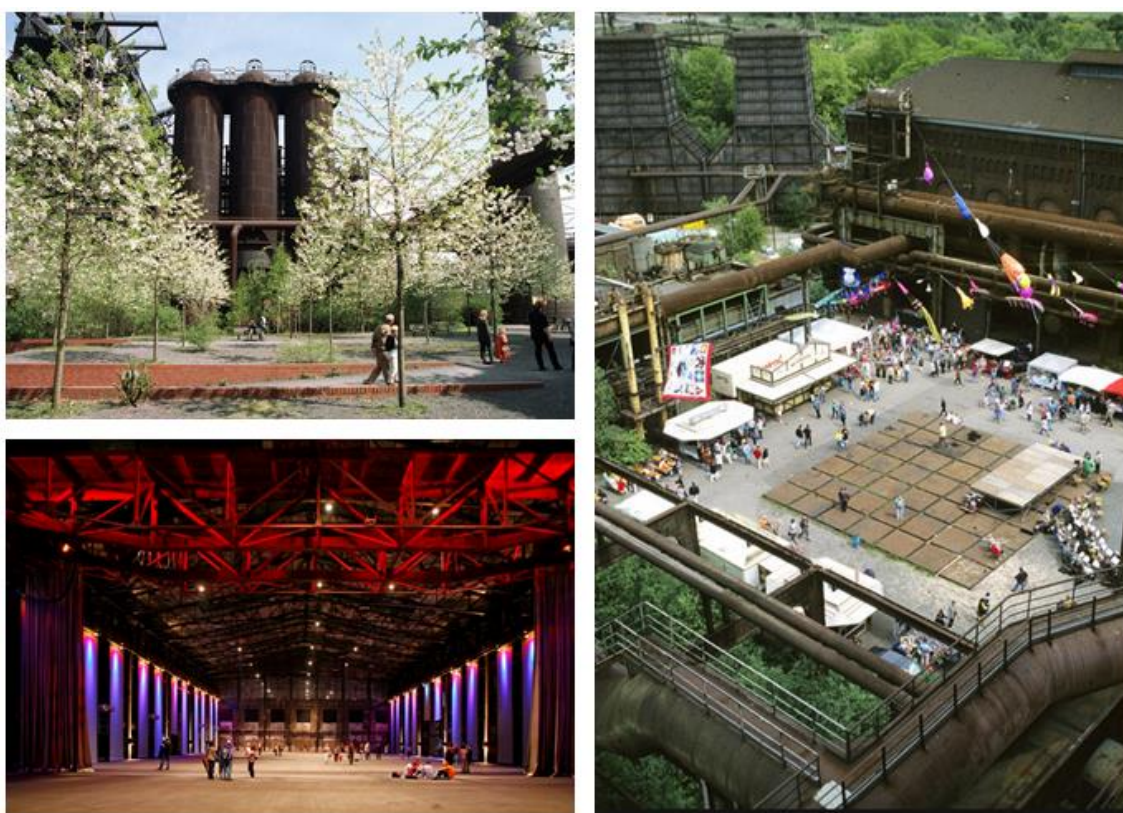


Figura 2.16. Duisburg Nord Park, na Alemanha – um projecto de reabilitação e requalificação de um espaço industrial abandonado
Fonte: Landezine (2011)

2.4.4. Parque urbano edificado e medidas de eficiência energética

Enquanto à escala metropolitana, o desafio mais importante é atingir uma mobilidade sustentável, à escala urbana o desenho das estruturas urbanas tem no parque edificado um dos focos principais (Pacione, 2009). A definição de políticas de ordenamento do território que regulem a construção dos edifícios e o planeamento urbano são fundamentais na atenuação dos consumos energéticos nas

cidades. Ao nível comunitário, existem dois instrumentos de regulamentação principais da eficiência energética nos edifícios (residenciais, comerciais, serviços públicos e industriais): a Directiva para o Desempenho Energético dos Edifícios e a Directiva dos Serviços Energéticos.

A eficiência energética do sector está associada às práticas de construção, às características do edifício (dimensão, idade e tipo), às eficiências das tecnologias utilizadas (climatização, aparelhos e equipamentos, iluminação) e às condições climáticas da região (Clark, 2013; Chingcuanco e Miller, 2012). Segundo Clark (2013) o consumo de energia nos edifícios é também influenciado pelo nível de compactação das estruturas, sendo que estruturas mais compactas e adjacentes têm menos perdas de energia para o exterior devido à partilha de paredes. Comparando o consumo de energia para aquecimento em apartamentos e moradias, Liu e Sweeney (2012) verificaram que, de facto, o consumo de energia para aquecimento é menor nos primeiros.

Uma grande parte da energia consumida nas cidades deriva de utilizações residenciais, principalmente referentes à climatização dos espaços interiores (Ramírez e Muñoz, 2012). É, então, primordial adoptar medidas que tenham como objectivo reduzir os consumos energéticos dos edifícios nas cidades. A grande maioria do parque edificado das cidades é, no entanto, anterior aos novos códigos e regulamentos de optimização da eficiência energética dos edifícios.

A principal razão pela qual o consumo de energia para aquecimento é maior nos edifícios mais antigos é o baixo nível de insolação térmica (Liu e Sweeney, 2012). A adopção de medidas de eficiência energética como a melhoria da insolação térmica ou a instalação de sistemas de climatização mais eficientes tem um impacte significativo na procura de energia nos edifícios (Madlener e Sunak, 2011; Liu e Sweeney, 2012). A aquisição de aparelhos electrónicos, electrodomésticos e lâmpadas mais eficientes é, a par com as medidas de eficiência energética referidas atrás, fundamental na diminuição dos consumos energéticos nos edifícios. Também a plantação de vegetação nos telhados dos edifícios permite reduzir o consumo de energia neste ao contribuir para a insolação térmica do edifício e actuando como filtro dos sistemas de captura da água das chuvas, caso existam (Lehmann, 2011).

A relação entre a estrutura urbana e o consumo de energia nos transportes, devido aos padrões de deslocação originados, tem vindo a ser estudada nas últimas décadas. Pelo contrário, o efeito que a estrutura urbana tem na procura de energia nas habitações consiste numa nova área de estudo (Liu e Sweeney, 2012). Liu e Sweeney (2012) estimaram o consumo de energia para aquecimento nas habitações para dois cenários, o da cidade compacta e o da cidade dispersa, tendo revelado os resultados que no primeiro cenário o consumo de energia é 22% inferior ao do cenário da cidade dispersa. O consumo de energia para aquecimento nas habitações é, segundo os mesmos, tanto

maior quanto mais dispersa e menos densa for a área residencial, ou seja, áreas residenciais densas têm uma eficiência energética significativamente maior, concluindo que a estrutura das zonas residenciais influencia directamente os consumos de energia para aquecimento interior. Os resultados deste estudo ilustram os impactes que um melhor planeamento urbano pode ter na eficiência energética do sector residencial, apoiando um desenvolvimento urbano compacto.

Segundo Wende *et al.* (2010) as principais oportunidades decorrentes das opções de ordenamento do território no que diz respeito ao consumo energético do sector dos edifícios são a localização favorável de novos desenvolvimentos residenciais e comerciais (em relação, por exemplo, à rede de infra-estruturas básicas existente ou às condições climáticas), a concepção energeticamente eficiente dos edifícios e a produção de energia através da implementação de sistemas de energia renovável. O desenvolvimento de ligações energeticamente eficientes entre as áreas urbanas e suburbanas e a orientação dos edifícios por forma a captarem o máximo de radiação solar são algumas das questões que devem ser incorporadas nas políticas e planos de ordenamento do território locais (Wende *et al.*, 2010). Desta forma, desenvolvimentos futuros decorrerão de acordo com as condições estipuladas numa estratégia que visa a mitigação dos consumos energéticos.

2.4.5. Desenho passivo de edifícios e cidades

Também a gestão da configuração espacial dos apartamentos e edifícios permite aumentar a eficiência energética do sector. Cada lugar possui um conjunto individual de condições relacionadas com a orientação, radiação solar, precipitação, humidade, direcção predominante do vento, topografia, ensombramento, iluminação, ruído, poluição do ar (Lehmann, 2011). A concepção das estruturas urbanas, tanto aquando de novos desenvolvimentos como da reestruturação de desenvolvimentos antigos, deve ter em consideração estas características para que o máximo potencial do local seja aproveitado. Um exemplo disto é o desenho solar passivo cujo objectivo é otimizar os ganhos de radiação solar e as condições interiores através de um planeamento que atenta na localização, orientação e forma. Consequentemente, as necessidades de aquecimento e arrefecimento do espaço interior são reduzidas assim como o consumo energético (Pacione, 2009).

É a consideração de questões como a optimização da ventilação natural, do ensombramento dos edifícios no Verão e dos ganhos solares no Inverno que permite evitar a utilização de sistemas activos de climatização, grandes consumidores de energia eléctrica (Lehmann, 2011). Não só a localização de um edifício e a sua envolvente desempenham um papel importante na regulação da temperatura interior, mas também na iluminação natural do espaço. Segundo Hausladen *et al.* (2005) a optimização dos edifícios pela aplicação de princípios de desenho passivo pode levar a poupanças

energéticas de até 80%. Também a colocação de árvores no exterior dos edifícios proporciona poupanças energéticas entre os 3% e os 6% (Wende *et al.*, 2010). A plantação de árvores de folha caduca permite minimizar a quantidade de radiação solar a atingir os edifícios no Verão, tendo o efeito contrário no Inverno. Também a protecção dos edifícios em zonas ventosas pode ser conseguida pela plantação das espécies adequadas.

Ramírez e Muñoz (2012) focam-se no impacto que o albedo pode ter ao nível da eficiência energética das cidades. A construção das várias estruturas urbanas leva, regra geral, a uma diminuição do albedo, o que significa uma maior absorção de energia solar pelas superfícies urbanas e, consequentemente, um aumento da temperatura do ar nas cidades e do efeito da ilha de calor (Ramírez e Muñoz, 2012). Tal leva a um aumento das necessidades de arrefecimento dos espaços interiores e, consequentemente, dos consumos energéticos associados. Apesar do leque de intervenções não se limitar aos edifícios (mas também às estradas, passeios, vegetação), medidas neste sector são significativas uma vez que constituem uma grande parte da superfície urbana. A utilização de materiais de construção mais claros, tanto nos telhados como nas fachadas dos edifícios, é uma das medidas que permitem aumentar o albedo (Ramírez e Muñoz, 2012). A quantidade de energia solar absorvida é assim minimizada, o que diminui a procura energética nos edifícios para arrefecimento do espaço interior.

Numa perspectiva global, e uma vez que esta dissertação incide sobre a escala municipal, apresenta-se um conjunto de medidas, sugeridas por Lehmann (2011), cuja implementação é da responsabilidade das autarquias: actualizar os códigos e regulamentos do sector dos edifícios, criar uma base de dados com as melhores práticas e políticas de desenvolvimento urbano sustentável, sensibilizar a população, aumentar os níveis de participação pública nos processos de decisão, implementar políticas de controlo de dispersão urbana e definição dos limites de crescimento, legislar os limites mínimos de densidade urbana, introduzir programas de incentivos, subsídios e isenção de impostos para projectos de desenvolvimento urbano sustentável e medidas de eficiência energética, promover a instalação de sistemas de energia renovável, implementar planos integrados de transportes e uso do solo, certificar projectos de desenvolvimento urbano.

3. METODOLOGIA

3.1. Abordagem geral – principais etapas

A metodologia desta dissertação encontra-se estruturada em diferentes fases, tendo sido desenvolvida por forma a cumprir com os objectivos definidos. De seguida, apresenta-se um esquema onde se distinguem as principais etapas.

Revisão de literatura	Identificação das principais funções das cidades que influenciam os consumos energéticos
	Investigação das relações entre as opções de mobilidade e planeamento dos transportes e urbano e o consumo energético nas cidades e das respectivas soluções para a eficiência energética urbana
Caso de estudo: concelho do Barreiro	Apresentação da área de estudo
	Análise das características demográficas, urbanísticas e de mobilidade do concelho
	Análise dos consumos energéticos do concelho
	Caracterização do sistema de transportes do concelho
Resultados e discussão	Análise dos movimentos pendulares e da distribuição modal
	Determinação dos consumos energéticos associados às deslocações pendulares
	Análise dos padrões de ocupação e uso do solo
	Análise da cobertura temporal, espacial e populacional dos TCB
	Análise da multimodalidade e da intermodalidade da rede de transportes públicos
	Análise da acessibilidade potencial através dos modos suaves a um conjunto de equipamentos e serviços

3.2. Metodologia para o caso de estudo

Os sistemas analisados neste caso de estudo foram os transportes e a mobilidade e a estrutura urbana devido às implicações que o seu planeamento tem nos consumos energéticos à escala urbana. No entanto, numa fase inicial houve a necessidade de apresentar a área de estudo e contextualizar o seu desenvolvimento, tendo-se destacado um conjunto de características demográficas e urbanísticas cuja relação com os consumos energéticos foi identificada na revisão da literatura. As diversas componentes do sistema de transportes foram também descritas e os consumos energéticos do concelho apurados.

Assim, nesta etapa a recolha e o tratamento da informação basearam-se na consulta de diferentes fontes de informação, designadamente o Instituto Nacional de Estatística (INE) e a Direcção Geral de Energia e Geologia (DGEG). Foi também pedida a colaboração da Câmara Municipal do Barreiro na disponibilização de informação relevante para a análise em questão. Recorreu-se ainda à informação disponível nos *websites* das operadoras de transportes públicos com influência no concelho e no próprio *website* da Câmara Municipal do Barreiro.

Séries de dados usados

A informação reunida para a **apresentação da área de estudo** proveio de:

- Sistema de Informação Geográfica do INE;
- Website da Câmara Municipal do Barreiro;
- Relatório técnico *Estratégia de desenvolvimento empresarial e urbano do Barreiro: diagnóstico de partida* realizado em 2007 pela sociedade de consultores Augusto Mateus & Associados.

Os dados utilizados referentes às **características demográficas, urbanísticas e de mobilidade do concelho** foram acedidos através do portal do INE e da ADENE. Do último utilizaram-se apenas os dados referentes aos certificados emitidos no concelho do Barreiro. A restante análise baseou-se nos dados disponibilizados no portal do INE e portais associados, nomeadamente o portal dos Censos 2011 e do SIG do INE.

A **caracterização do sistema de transportes do concelho** fundamentou-se em informação disponível no *website* da CMB, nos *websites* das operadoras de transportes públicos com influência no concelho, designadamente a Soflusa, Comboios de Portugal, Fertagus, Transportes Colectivos do Barreiro, Transportes Sul do Tejo e Metropolitano Sul do Tejo, e no *website* da Área Metropolitana de Lisboa.

Para a realização da **análise dos consumos energéticos do concelho** utilizaram-se os dados da DGEG provenientes das estatísticas referentes ao consumo de energia eléctrica e às vendas de

combustíveis líquidos e gasosos em 2010 e os dados solicitados à CMB relativos aos consumos de energia eléctrica da responsabilidade da autarquia. A conversão de unidades relativas às vendas de combustíveis líquidos e gasosos foi realizada utilizando os respectivos valores de poder calorífico inferior apresentados pela DGEG em 2010 na série Balanços Energéticos. Estes são também os valores utilizados pela Agência Internacional de Energia e Eurostat.

Critérios e métodos de análise

Sempre que possível a análise foi realizada à escala da freguesia sendo que nalgumas matérias, nomeadamente os consumos energéticos realizados no concelho, a desagregação dos dados não foi possível devido à inexistência de informação disponível a tal escala.

3.3. Metodologia para a análise dos resultados

3.3.1. Análise dos movimentos pendulares e da distribuição

A análise dos movimentos pendulares e da distribuição modal das deslocações com origem no concelho realizada nesta etapa teve como base os dados estatísticos cedidos a pedido pelo INE relativos a 2001 e 2011. Inicialmente a análise foi feita considerando os principais movimentos pendulares com origem no Barreiro, tendo-se individualizado de seguida a origem das deslocações por freguesia e o destino por principal concelho gerador de deslocações.

Séries de dados usados

Os dados utilizados nesta etapa foram solicitados ao INE, correspondendo o código 6.40 aos movimentos pendulares relativos a 2001 e o código 6.42 aos de 2011:

- 6.40 – População residente que vive no alojamento a maior parte do ano a exercer uma profissão e estudantes segundo o principal meio de transporte utilizado nos trajectos residência/local de trabalho ou estudo por concelho de residência e concelho de trabalho ou estudo;
- 6.42 – População residente que trabalha ou está a estudar e que vive a maior parte do ano no alojamento, por local de trabalho ou estudo, segundo o principal meio de transporte utilizado para o local de trabalho ou estudo e a utilização de segundo meio de transporte para o local de trabalho ou estudo.

Critérios e métodos de análise

Os dados disponibilizados pelo INE dizem respeito ao total de deslocações pendulares realizadas a partir de cada freguesia do país, tendo-se seleccionado as deslocações com origem no concelho do

Barreiro e destino nos concelhos da Área Metropolitana de Lisboa. Com esta selecção, pretendeu-se reduzir a vasta quantidade de dados à região em que a área de estudo se enquadra e onde ocorre o maior número de deslocações pendulares. As deslocações relativas à população empregada e à população estudante foram inicialmente individualizadas uma vez que constituem dois grupos distintos no que diz respeito às opções de mobilidade.

Aquando da análise da distribuição modal mantiveram-se as categorias de modos de transporte apresentadas pelos dados de origem do INE, registando-se a necessidade de agrupar algumas destas categorias relativas aos dados de 2011 por forma a possibilitar a comparação com os dados de 2001. Assim, as categorias *Motociclo* e *Bicicleta* foram reunidas na categoria *Motociclo ou Bicicleta e Barco* e *Outro* na categoria *Barco e outros meios*.

Nesta análise averiguaram-se os concelhos responsáveis pela maior parte das deslocações pendulares por forma a investigar as diferenças na estrutura da distribuição modal associadas a diferentes destinos. A análise da distribuição modal das deslocações pendulares foi, por fim, aprofundada à escala das freguesias consoante os principais destinos pretendendo-se investigar quais os modos de transporte mais utilizados em cada freguesia. Nesta fase, as deslocações realizadas no próprio concelho foram distinguidas consoante o destino é a própria freguesia ou outra freguesia do concelho.

3.3.2. Determinação dos consumos energéticos associados às deslocações pendulares

Nesta etapa determinou-se o consumo anual de energia nas deslocações pendulares com origem no concelho do Barreiro e destino em Lisboa, Moita, Palmela, Setúbal e no próprio concelho. O consumo anual de energia *per capita* foi discriminados por freguesia de modo a compravar a estrutura do consumo energético relativo às deslocações pendulares entre freguesias urbanas e suburbanas.

Séries de dados usados

Também nesta análise foram utilizados os dados fornecidos pelo INE relativos aos movimentos pendulares da população apurados em 2001 e 2011. As distâncias médias de deslocação entre o concelho e mesmo entre as diferentes freguesias do concelho e os principais concelhos geradores de deslocações foram determinadas recorrendo ao *software* Google Maps, no que diz respeito aos modos rodoviários. A informação acerca das distâncias médias percorridas por passageiro nos diferentes modos de transporte público foi recolhida nos *websites* das operadoras.

A intensidade energética dos transportes públicos foi encontrada ou determinada a partir de:

- Relatório e contas 2011 do Metro de Lisboa;
- Relatório de sustentabilidade 2012 da Carris;
- Relatório de actividades e prestação de contas 2011 da TCB;
- Relatório de sustentabilidade 2011 da CP;
- Relatório de sustentabilidade 2009-2010 da Fertagus;
- Relatório de sustentabilidade 2010 da Transtejo.

Quanto à intensidade energética dos modos individuais, nomeadamente o automóvel e o motociclo, foram utilizados os apresentados pelo Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres (IMTT) no *Guia para a elaboração de planos de mobilidade de empresas e pólos (geradores e atractores de deslocações)*.

Critérios e métodos de análise

Para o cálculo dos consumos energéticos foi necessário, em primeiro lugar, determinar o indicador passageiro-quilómetro (pkm). Trata-se de uma medida de tráfego de passageiros, que se calculou para cada modo de transporte. Enquanto o número de passageiros corresponde ao número de deslocações pendulares, a mobilidade por pessoa foi determinada considerando a freguesia de origem e o concelho de destino. No Apêndice B encontra-se a tabela com as distâncias utilizadas.

Para as deslocações de automóvel e motociclo utilizaram-se as intensidades energéticas de 2,9 e 1 MJ/pkm, respectivamente. A intensidade energética dos autocarros da TCB (1,396 MJ/pkm) foi utilizada em relação às deslocações ocorridas no concelho. A intensidade energética que serviu ao cálculo do consumo de energia nas outras deslocações de autocarro foi a média da intensidade energética dos autocarros da TCB (1,396 MJ/pkm) e da Carris (1,196 MJ/pkm).

Relativamente às deslocações realizadas de comboio em direcção a Lisboa, utilizou-se a intensidade energética calculada a partir dos indicadores consumo de energia da tracção e pkm transportados da Fertagus (0,151 MJ/pkm). Da mesma maneira, determinou-se a intensidade energética da tracção eléctrica relativa aos comboios urbanos de Lisboa da CP (0,196 MJ/pkm). O valor estimado foi utilizado nas deslocações de comboio realizadas na Península de Setúbal.

Também a intensidade energética do metropolitano de Lisboa foi calculada com base nos valores de consumo energético da tracção eléctrica e pkm transportados (0,220 MJ/pkm). O mesmo indicador foi determinado para os barcos da Soflusa através do consumo de combustível, que se multiplicou pela densidade e poder calorífico inferior do gasóleo, e pkm transportados (2,376 MJ/pkm).

Por fim, o cálculo do consumo anual de energia foi obtido multiplicando os valores de pkm relativos às deslocações pendulares com origem no concelho do Barreiro e a intensidade energética dos

diferentes modos de transporte. Consideraram-se 238 dias – o número de dias úteis num ano após subtração de 22 dias úteis de férias anuais. Em relação ao cálculo do consumo anual *per capita*, o cálculo fez-se sobre a população activa uma vez que consiste na porção da população que tem movimentos pendulares.

3.3.3. Análise dos padrões de ocupação e uso do solo

Nesta etapa identificaram-se os usos do solo dominantes no concelho e em cada freguesia e estudou-se a evolução da ocupação urbana, particularmente da área de tecido urbano descontínuo, entre 1990 e 2006 em cada freguesia.

Séries de dados usados

A informação espacial produzida nesta fase teve como base a Carta Administrativa Oficial de Portugal (CAOP) de 2012 e as Cartas de Ocupação e Uso do Solo CORINE Land Cover relativas a 1990, 2000 e 2006 disponibilizadas pelo Instituto Geográfico Português (IGEO).

Critérios e métodos de análise

Em primeiro lugar criou-se um mapa da ocupação e uso do solo do concelho em 2006, tendo-se agrupado algumas das classes discriminadas de acordo com os níveis definidos na Nomenclatura CORINE Land Cover. De seguida, analisou-se individualmente a classe de tecido urbano distinguindo-se as suas componentes – tecido urbano contínuo e tecido urbano descontínuo – e estudou-se a sua evolução nas últimas duas décadas de modo a compreender o padrão de crescimento urbano do concelho e em cada freguesia.

3.3.4. Análise da cobertura temporal, espacial e populacional dos TCB

Nesta etapa pretendeu-se analisar o principal serviço de transportes públicos em operação no concelho do Barreiro no que diz respeito à sua cobertura temporal, espacial e populacional. Este refere-se aos autocarros da TCB. Para a realização desta análise espacial recorreu-se a um sistema de informação geográfica (SIG). Apesar de os transportes públicos constituírem apenas um dos serviços básicos nos meios urbanos, a análise da acessibilidade à rede dos TCB é destacada uma vez que se trata de um serviço que constitui uma opção de deslocação e não é ele próprio um local específico gerador de deslocações.

Séries de dados usados

Os dados que sustentaram a análise da cobertura temporal, espacial e populacional foram:

- A informação geográfica referente à população residente no concelho do Barreiro em 2011 da Base Geográfica de Referenciação de Informação (BGRI) do INE;

- A localização das paragens operacionais dos autocarros da TCB;
- Os horários das diferentes carreiras.

A informação geográfica acerca da população foi recolhida no portal dos Censos 2011 do INE, tendo-se recorrido ao *software* ArcGIS 10.1 para criar o mapa que serviu de base à consequente análise espacial. Este apresenta-se na Figura 3.1.

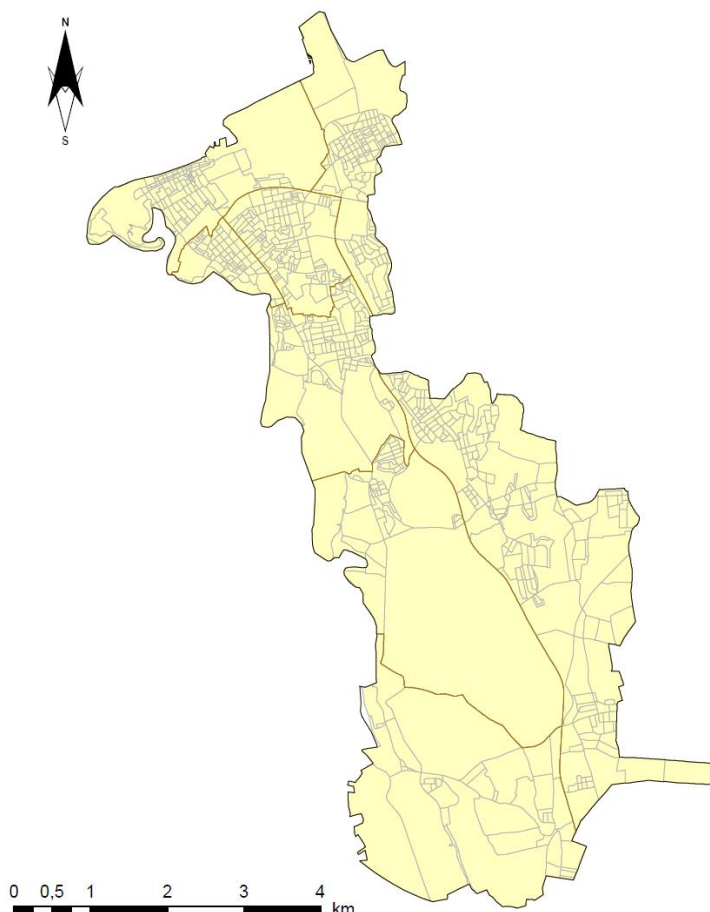


Figura 3.1. Mapa gerado para o concelho do Barreiro com as subsecções estatísticas da BGRI

Os dados e a informação geográfica relativos à localização das paragens foram gerados a partir da informação disponível no *website* da Câmara Municipal do Barreiro acerca dos Transportes Colectivos do Barreiro, nomeadamente o diagrama de rede da TCB relativa ao ano de 2011, no mapa interactivo do Barreiro acessível a partir do mesmo *website* e através de fotointerpretação recorrendo ao *software* Google Maps. Relativamente à frequência de passagem dos autocarros esta informação proveio dos horários das diferentes carreiras acessíveis também a partir do mapa interactivo do Barreiro.

Critérios e métodos de análise

A primeira fase desta análise consistiu no levantamento das paragens de autocarro dos TCB e na identificação da sua localização recorrendo ao mapa interactivo do concelho do Barreiro e ao *software* Google Maps e na sua georeferenciação através do *software* Google Earth. Esta informação foi então importada para o *software* ArcGIS 10.1. Foram consideradas 115 paragens relativas apenas a um dos sentidos de cada carreira, tendo-se desta forma eliminado as paragens redundantes. De seguida, procedeu-se à análise da cobertura temporal, espacial e populacional da rede.

No estudo da cobertura temporal, o período no qual a frequência de passagem foi analisada restringiu-se aos horários do período escolar e dias úteis às horas de ponta, assumindo-se que estas ocorrem de manhã entre as 6h e as 9h e à tarde entre as 17h e as 20h. Estes períodos foram seleccionados devido ao carácter constante e expressivo das deslocações pendulares. O número de autocarros que passam por hora em cada paragem nestes períodos foi então determinado considerando as diversas carreiras cujo trajecto incluía certa paragem. Por fim, criaram-se seis classes distintas de frequência.

A análise realizada à cobertura espacial e populacional da rede baseia-se no facto de que o acesso à rede de transportes públicos se dá ao nível das paragens e pretende averiguar acerca da sua área de influência e da população residente afecta a essa mesma área. Nesta análise, criaram-se assim dois *buffers* para cada paragem dos TCB: um de 250 metros, tida como uma distância que é comodamente percorrida a pé, e outro de 500 metros, onde o modo pedonal é ainda o mais competitivo. Recorrendo à informação geográfica da BGRI, obteve-se então a área servida pela rede dos TCB em cada subsecção estatística, a partir da qual se estimou a população abrangida nessa mesma área. Estes dados fundamentaram, por fim, o cálculo dos índices de cobertura espacial (Equação 1) e populacional por freguesia (Equação 2).

$$\text{Índice de cobertura espacial} = \frac{\text{área servida pelos TCB}}{\text{área da freguesia}} \quad (\text{Equação 1})$$

$$\text{Índice de cobertura populacional} = \frac{\text{população servida pelos TCB}}{\text{população da freguesia}} \quad (\text{Equação 2})$$

Por fim, de modo a relacionar a proporção da população abrangida às distâncias estudadas pelas diferentes classes de frequência de passagem dos TCB em cada freguesia procedeu-se de forma idêntica. Os dados obtidos foram utilizados no cálculo do índice composto de cobertura populacional e frequência de passagem (Equação 3).

$$\text{Índice composto} = \frac{\text{população servida por uma dada classe de frequência dos TCB}}{\text{população da freguesia}} \quad (\text{Equação 3})$$

3.3.5. Análise da multimodalidade e da intermodalidade da rede de transportes públicos

Nesta etapa exploram-se alguns aspectos relacionados com a variedade de modos de transporte existentes no concelho e com a sua integração ao nível das interfaces existentes de transportes públicos.

Séries de dados usados

Na determinação da proporção da população que em cada freguesia necessita de recorrer a um segundo modo de transporte nas deslocações pendulares utilizaram-se os dados fornecidos pelo INE relativos a 2011 referidos anteriormente na abordagem à análise dos movimentos pendulares e da distribuição modal. A informação relativa à frequência de passagem dos autocarros da TCB proveio dos horários acessíveis através do mapa interactivo do Barreiro, tendo-se considerado as mesmas horas de ponta dos dias úteis referidas na análise anterior. O número de lugares de estacionamento nos parques localizados nas proximidades das duas principais interfaces de transportes públicos foi determinado por fotointerpretação através do *software* Google Maps. Já o número médio de carreiras da TCB que passam em cada paragem por freguesia foi obtido a partir do diagrama de rede.

CrITÉRIOS e métodos de análise

O objectivo nesta etapa foi identificar a oferta de ligações entre os diferentes modos de transporte de modo a averiguar acerca da atractividade global da rede de transportes públicos. A análise consistiu assim na identificação dos locais onde se pode recorrer a mais do que um modo de transporte, especificando-se as ligações às duas principais interfaces intermodais e ainda a variedade de oferta de carreiras do principal serviço de transporte público do concelho em cada freguesia.

3.3.6. Análise da acessibilidade potencial através dos modos suaves a um conjunto de equipamentos e serviços

Nesta etapa pretendeu-se averiguar acerca da proporção da população que tem oportunidade de se deslocar através dos modos suaves (a pé ou de bicicleta) a um conjunto seleccionado de equipamentos e serviços básicos em cada freguesia. As distâncias estudadas permitem distinguir a acessibilidade potencial para a deslocação a pé e para a deslocação de bicicleta, que compõem essencialmente a classe dos modos suaves. Para a realização desta análise espacial recorreu-se a um sistema de informação geográfica (SIG).

Séries de dados usados

A informação que fundamentou os resultados obtidos nesta etapa foi a localização dos diferentes equipamentos e serviços e a informação geográfica acerca da população residente no concelho do Barreiro em 2011 por subsecção estatística da BGRI do INE.

Os dados e a informação geográfica relativos à localização dos equipamentos e serviços foram gerados a partir de informação cedida a pedido pela CMB acerca da localização dos principais pólos geradores de deslocações do Barreiro, da informação disponível no mapa interactivo do Barreiro acessível a partir do *website* da CMB e através de fotointerpretação recorrendo ao *software* Google Maps. A informação geográfica referente à população foi recolhida no portal dos Censos 2011 do INE.

Critérios e métodos de análise

O procedimento para a determinação da acessibilidade aos locais seleccionados foi semelhante ao utilizado para a rede de transporte público. Em primeiro lugar procedeu-se ao levantamento de locais relativos a serviços básicos e actividades de lazer comumente procurados, à identificação da sua localização recorrendo ao mapa interactivo do Barreiro, ao mapa cedido pela CMB com os principais pólos atractores e geradores de deslocações e ao *software* Google Maps, à sua georeferenciação no *software* Google Earth e importação desta informação para o *software* ArcGIS 10.1. Os locais seleccionados para a análise da acessibilidade potencial através dos modos suaves são relativos a equipamentos e infra-estruturas nas áreas da:

- Cultura e lazer – bibliotecas, cinemas e salas de teatro e espectáculos;
- Desporto – campos de ténis e futebol, pavilhões polidesportivos e piscinas;
- Saúde – centros de saúde e hospital;
- Mercados e comércio – mercados, supermercados e centros comerciais;
- Ensino – escolas do 1º, 2º e 3º ciclos de ensino e do ensino secundário;
- Espaços verdes – parques, jardins e parques naturais;
- Administração pública – câmara municipal e juntas de freguesia.

De seguida determinou-se o índice de acessibilidade da população de cada freguesia a cada um dos conjuntos de equipamentos e infra-estruturas para as distâncias euclidianas de 500 metros, 1 quilómetro e 2 quilómetros. As distâncias utilizadas nesta análise referem-se à distância máxima onde o modo a pé é o mais competitivo (500 m), a distância em que a deslocação a pé perde para outros modos de transporte, designadamente a bicicleta, sendo ainda passível de ser percorrida a pé (1 quilómetro) e a distância em que a bicicleta se torna no modo de transporte mais competitivo (2

quilómetros) – caso as condições ao nível do espaço público o permitam. Recorrendo à informação geográfica da BGRI, obteve-se então a área abrangida por cada conjunto de serviços ou equipamentos em cada subsecção estatística, a partir da qual se estimou a população afectada a essa mesma área. Estes dados fundamentaram, por fim, o cálculo da proporção da área de cada freguesia acessível através dos modos suaves e dos índices de acessibilidade da população (Equações 4, 5 e 6).

$$\text{Índice de acessibilidade a pé} = \frac{\text{população residente a menos de 500m}}{\text{população da freguesia}} \quad (\text{Equação 4})$$

$$\text{Índice de acessibilidade intermédio} = \frac{\text{população residente a menos de 1 km}}{\text{população da freguesia}} \quad (\text{Equação 5})$$

$$\text{Índice de acessibilidade de bicicleta} = \frac{\text{população residente a menos de 2 km}}{\text{população da freguesia}} \quad (\text{Equação 6})$$

Na análise da acessibilidade a cada tipologia, os locais de ensino foram considerados na sua totalidade, tendo-se estudado à parte a acessibilidade para os diferentes ciclos uma vez que a oferta deste serviço varia consoante o nível de ensino. Nesta fase, considerou-se então relevante repartir a análise em três – 1º ciclo, 2º e 3º ciclo e secundário. Esta divisão pretende também distinguir três conjuntos de idades distintos, cujas opções de deslocação são diferentes entre si. Assim, os alunos do 1º ciclo apresentam idades entre os 6 e os 10 anos, os do 2º e 3º ciclo conjugados entre os 11 e os 15 anos e os alunos do secundário entre os 16 e os 18 anos. O índice de acessibilidade constitui neste caso o quociente entre a população estudante a frequentar um dado nível de ensino abrangida pelos diferentes *buffers* e a população estudante total a frequentar esse mesmo nível de ensino.

Por forma a comparar o nível de acessibilidade da população das diversas freguesias ao conjunto dos locais identificados, criou-se ainda um indicador que permitisse averiguar acerca das oportunidades que cada freguesia oferece. Para tal, na determinação do indicador de acessibilidade global, as diversas tipologias de locais não foram analisadas individualmente, mas em conjunto. Desta forma, determinou-se a proporção da população de cada freguesia que se encontra às distâncias estudadas de pelo menos um determinado número de cada tipologia, indiscriminadamente do serviço ou equipamento em questão.

Nesta fase consideraram-se apenas seis das sete tipologias anteriores – Administração pública, Cultura e lazer, Desporto, Espaços verdes, Mercados e comércio e Saúde – uma vez que os locais de ensino geram um conjunto de deslocações distinto, tanto no que diz respeito à população-alvo como à frequência das mesmas.

4. CASO DE ESTUDO: Concelho do Barreiro

4.1. Área de estudo

4.1.1. Localização

O concelho do Barreiro é um dos catorze concelhos do Distrito de Setúbal, estando situado na parte Norte deste, na região do Vale do Tejo onde é banhado pelo rio Tejo. Tem uma área de 36,4 km², apresentando um comprimento máximo de 8 km na direcção Este-Oeste e de 12 km na direcção Norte-Sul. Na Figura 4.1 pode visualizar-se a área de estudo no seu contexto geográfico, assim como as oito freguesias que a compõem.

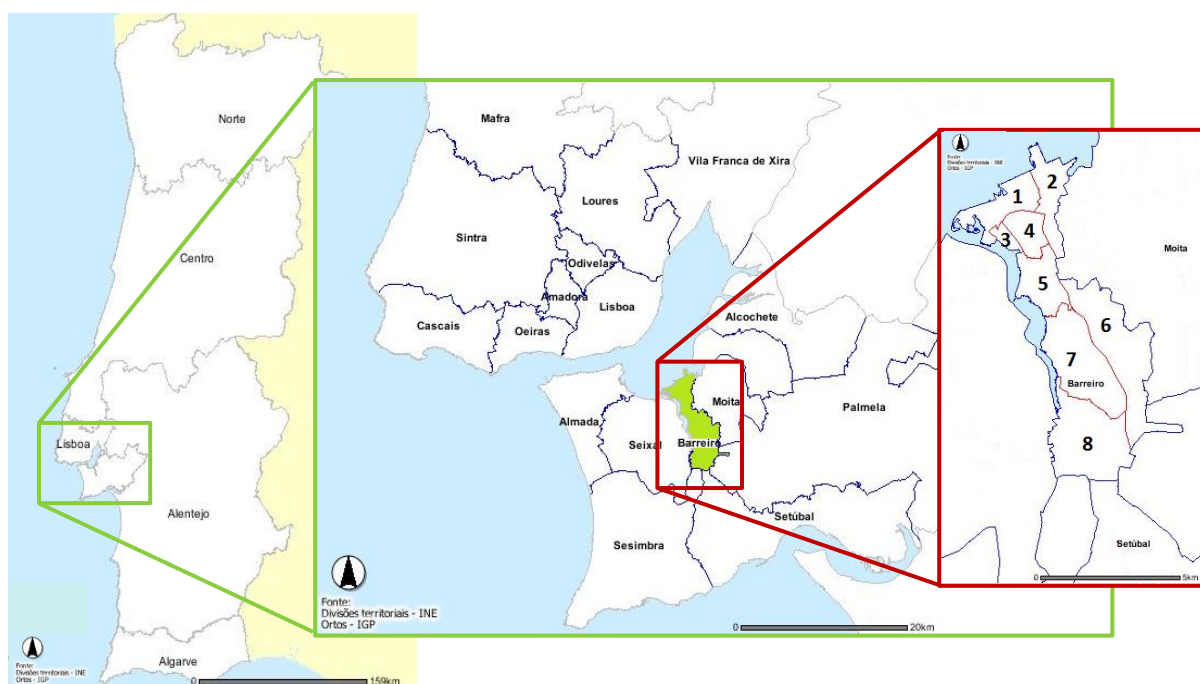


Figura 4.1. Área de estudo: concelho do Barreiro. As oito freguesias que a compõem são: 1 – Barreiro, 2 – Lavradio, 3 – Verderena, 4 – Alto do Seixalinho, 5 – Santo André, 6 – Santo António da Charneca, 7 – Palhais, 8 – Coina
Adaptado de INE (2013a)

4.1.2. Território e população

O concelho do Barreiro é um dos nove concelhos da NUTS III Península de Setúbal (Alcochete, Almada, Barreiro, Moita, Motijo, Palmela, Sesimbra, Seixal e Setúbal), pertencendo ao distrito de Setúbal. Está também inserido na Área Metropolitana de Lisboa (AML), constituindo, juntamente com a NUTS III Grande Lisboa, a NUTS II Lisboa. Encontra-se rodeado pelo concelho da Moita a Leste, pelo concelho de Palmela a Sudoeste, pelos concelhos de Setúbal e Sesimbra a Sul, pelo concelho do

Seixal a Sudoeste e é ainda banhado a Norte pelo rio Tejo e a Oeste pelo Esteiro (com cerca de 6 km), onde confluem o rio Tejo e o ribeiro de Coina.

É constituído por oito freguesias – Barreiro, Lavradio, Alto do Seixalinho, Verderena, Santo André, Palhais, Santo António da Charneca e Coina – sendo que é naquelas mais próximas do rio Tejo (as primeiras cinco) que se concentra a maior parte da população do concelho. Embora esta tenha vindo a decrescer nas últimas duas décadas, trata-se de uma área densamente povoada cuja densidade populacional é deveras superior à média da Península de Setúbal. A freguesia do Alto do Seixalinho constitui o principal aglomerado populacional do concelho, enquanto a freguesia de Palhais apresenta uma reduzida proporção da população concentrada nos seus limites territoriais. Este concelho é ainda caracterizado por uma forte concentração de actividades industriais e de logística pesadas, principalmente relacionadas com a indústria química. Estas concentram-se essencialmente na freguesia do Lavradio. Na Figura 4.2 podem observar-se os distintos padrões de ocupação que caracterizam tanto a freguesia do Barreiro como do Lavradio.



Figura 4.2. Fotografia aérea das freguesias do Barreiro e Lavradio

4.1.3. Infra-estruturas de transportes e acessos viários

O concelho do Barreiro dispõe de um serviço de transporte fluvial eficiente que determina uma boa acessibilidade aos concelhos a Norte, através de uma travessia do rio Tejo cuja distância percorrida é de 10 km. O acesso ao terminal rodo-ferro-fluvial do Barreiro é assegurado por um conjunto vasto de transportes públicos rodoviários, encontrando-se ainda nas suas proximidades um parque de

estacionamento de elevada capacidade. Em Coina, localiza-se ainda a estação ferroviária de Coina também servido por um extenso parque de estacionamento.

No entanto, a sua posição central do estuário do Tejo, distancia o concelho do Barreiro dos dois acessos rodoviários proporcionados pelas pontes 25 de Abril (a Oeste) e Vasco da Gama (a Este), obrigando a percursos relativamente longos – de aproximadamente 40 km – para chegar a Lisboa. Também as ligações aos concelhos mais a Sul são limitadas e pouco desenvolvidas, constituindo a A2 o acesso rodoviário mais relevante (AM&A 2007). O concelho de Setúbal, capital de distrito, encontra-se a cerca de 35 km do Barreiro. Na Figura 4.3 podem observar-se os principais acessos ao concelho, onde aqueles que se encontram marcados a preto se referem a ferrovias e os restantes a acessos rodoviários.

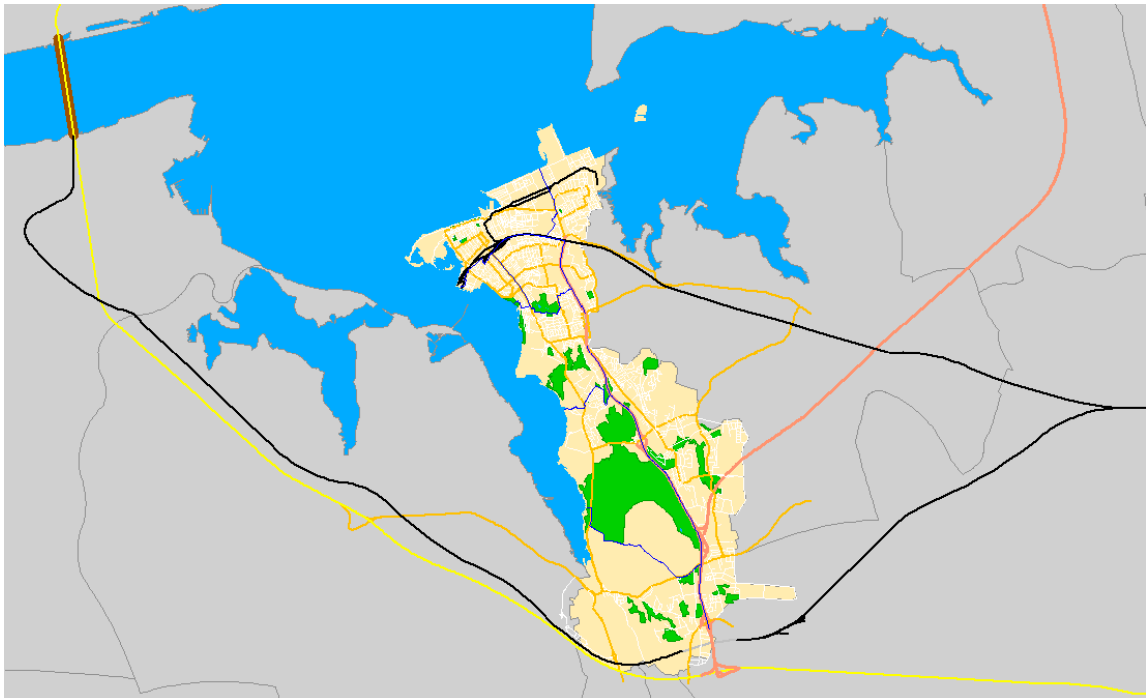


Figura 4.3. Principais acessos ao concelho do Barreiro
Fonte: CMB (2013b)

4.1.4. Enquadramento histórico e desenvolvimento do território

O concelho do Barreiro era, antes do século XX, especializado em actividades de pesca, salicultura e moagem (AM&A 2007). Contudo, um número crescente de actividades industriais começou a fixar-se no concelho a partir da inauguração da linha de caminho-de-ferro, em 1861, que levou o concelho do Barreiro a constituir um importante eixo de ligação Norte-Sul. Em 1907, o desenvolvimento do grande complexo fabril da Companhia União Fabril (CUF), veio determinar a estrutura de emprego do concelho, assim como o desenvolvimento do seu território, tendo criado no início do século XX

dinâmicas de atracção populacional sem precedentes até então (AM&A 2007). O desenvolvimento do Bairro Operário da CUF com extensos blocos de moradias, todas iguais, de piso único e com pequeno quintal, iniciado em 1908, e o Bairro Ferroviário, finalizado em 1935, constituíram assim os primeiros passos de um desenvolvimento do território cujo carácter se iniciou industrial.

O concelho do Barreiro viu a sua população aumentar ao longo das décadas seguintes, o que levou ao desenvolvimento urbano do concelho. As freguesias em redor da zona industrial e mais próximas do rio Tejo – Barreiro, Lavradio, Alto do Seixalinho, Verderena e Santo André – foram aquelas onde a expansão urbana ocorreu primeiramente e que apresentam actualmente os maiores níveis de densidade populacional. Das restantes, destaca-se a freguesia de Palhais cujo território é maioritariamente ocupado pela Mata Nacional da Machada, um local de elevado potencial para actividades de recreio e lazer. Actualmente, o concelho do Barreiro apresenta características demarcadamente urbanas.

A inauguração da linha de caminho-de-ferro em 1861 foi um dos principais factores de crescimento do concelho uma vez que contribuiu para a decisão de localizar CUF no concelho do Barreiro, cujo acesso ao Sul se encontrava então facilitado (CMB 2007). Actualmente, a sua presença constitui um elemento de segregação territorial. Também o recinto da Quimiparque forma uma barreira territorial que impede um desenvolvimento urbano contínuo. A requalificação almejada das freguesias mais a Norte, que pretende uma maior unificação dos diferentes tecidos urbanos, depende assim da redefinição do conjunto actual de usos do solo.

4.1.5. Situação actual

A presença das instalações fabris da CUF durante décadas condicionou a estrutura de emprego do concelho, tendo-se verificado uma diminuição da competitividade económica e social do território após o encerramento na última década e meia de um número elevado de actividades industriais e empresariais. A variação da população na década de 90, definida por uma acentuada perda populacional, decorreu assim da alteração dos padrões da dinâmica económica do concelho (AM&A 2007).

Actualmente, o concelho do Barreiro é caracterizado por uma fraca atractibilidade de residentes e um fraco crescimento do número de empresas, estabelecimentos e trabalhadores, ao contrário de todos os outros concelhos da Península de Setúbal (AM&A 2007). Na Figura 4.4, pode observar-se a taxa de atracção/repulsão do concelho do Barreiro entre 2001 e 2005 em comparação com a taxa dos concelhos vizinhos, sendo que o território é considerado atractivo quando esta é positiva e repulsivo quando o seu valor é negativo. Apesar de o concelho do Barreiro se assumir como um pólo

populacional, sendo densamente povoado, apresenta características que conduzem ao êxodo da população (AM&A 2007).

A par desta desvitalização demográfica e económica, ocorreu uma desvitalização urbanística, tendo aumentado no mesmo período o número de fogos vagos, nomeadamente nas freguesias do Barreiro e do Lavradio (AM&A 2007). Na freguesia do Barreiro localiza-se o aglomerado original da cidade, o Barreiro Antigo, uma zona cuja necessidade de intervenções de qualificação urbana é premente a vários níveis – valorização urbanística, reabilitação do edificado e acções de apoio de âmbito social e económico. Assim, nos últimos anos o município tem vindo a desenvolver um conjunto de projectos e planos que pretendem a reabilitação e requalificação urbana desta área. Apesar da desvitalização ocorrida nesta zona nos últimos anos, trata-se de uma área urbana fortemente consolidada com tais elementos de referência que a sua centralidade ao nível do concelho se mantém (AM&A 2007).

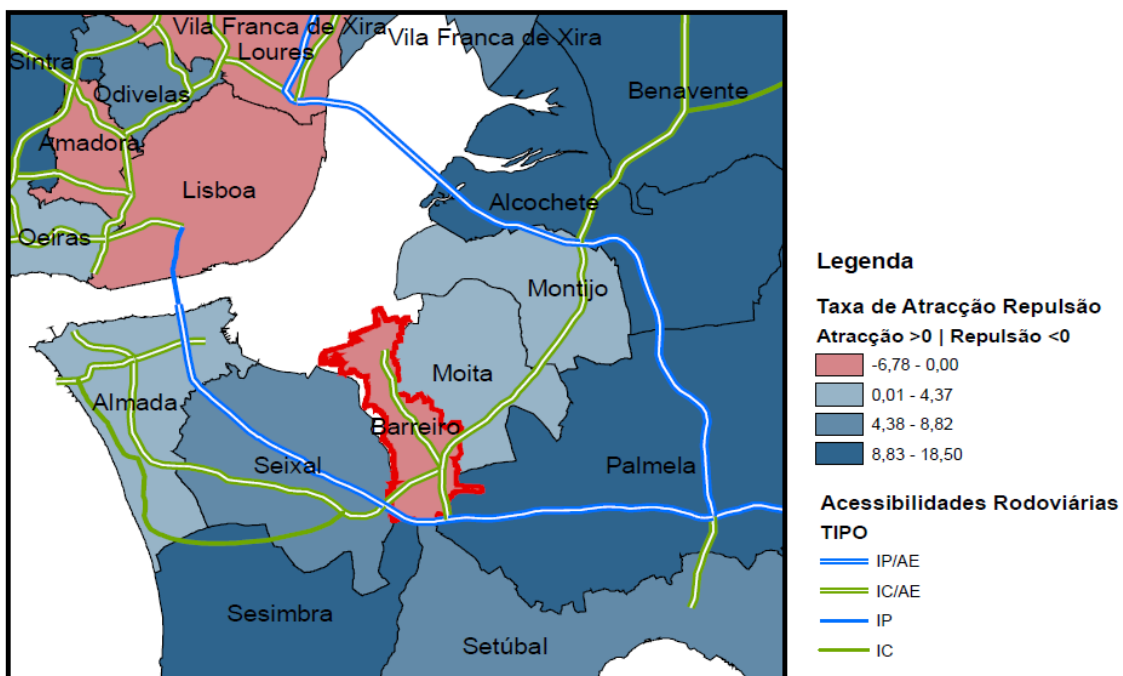


Figura 4.4. Taxa de atracção/repulsão do concelho do Barreiro em 2005
 Adaptado de AM&A (2007)

No entanto, a centralidade do concelho face à Grande Lisboa permite, numa visão estratégica, recuperar a atractividade do território tanto ao nível da população empregada como residente (AM&A 2007). Recentemente têm sido elaborados planos que visam aumentar a capacidade de atracção do concelho para novas empresas e novos investimentos. A importância da exploração do seu potencial reside não só no desenvolvimento económico do território como também na redução de deslocações pendulares em direcção ao distrito de Lisboa e na melhoria de uma rede de comunicação e interligação actualmente ineficaz, particularmente na margem sul.

Devido aos diferentes padrões de urbanização o conjunto de freguesias do concelho do Barreiro proporciona uma análise comparativa entre as suas características predominantes e as implicações destas no seu desempenho energético.

4.2. **Análise de características demográficas, urbanísticas e de mobilidade**

Todas as freguesias do Barreiro são predominantemente urbanas, no que diz respeito à tipologia das áreas urbanas, e densamente povoadas, exceptuando as freguesias de Coina e Palhais que são medianamente povoadas, a Sul do concelho (INE 2013a). A superfície de uso do solo urbano identificado nos PMOT, em 2010, era de 1453,7 hectares, repartindo-se em 678,5 hectares de superfície para equipamentos e parques urbanos e 547,6 hectares de superfície de uso industrial do solo (INE 2013b). Como se pode ver na Figura 4.5, o concelho do Barreiro é constituído tanto por uma paisagem urbana consolidada como por uma paisagem urbana dispersa.



Figura 4.5. Fotografia aérea da área de estudo
Adaptado de CMB (2010a)

Actualmente, a população residente do concelho do Barreiro é de 78 764 pessoas, encontrando-se aproximadamente 25% da população apenas na freguesia do Alto do Seixalinho. Na Tabela 4.1 apresentam-se alguns indicadores geográficos discriminados por freguesia do concelho do Barreiro.

Tabela 4.1. Dados geográficos das oito freguesias do concelho do Barreiro
Fonte: INE 2011a

Freguesia	População residente		Área		Densidade populacional (hab/km ²)	Densidade do edificado (edifícios/km ²)
	Nº	%	km ²	%		
Barreiro	7449	9,5	3,4	9,5	2191	509
Lavradio	14428	18,3	3,8	10,6	3797	379
Palhais	1869	2,4	7,1	19,8	263	83
Santo André	11480	14,6	4,2	11,7	2733	374
Verderena	10285	13,1	1,2	3,4	8571	687
Alto do Seixalinho	19995	25,4	1,7	4,7	11762	1010
Santo António da Charneca	11536	14,6	7,7	21,5	1498	336
Coina	1722	2,2	6,7	18,7	236	82
Concelho do Barreiro	78764	100	35,8	100	2200	307

A densidade populacional deste concelho tem vindo a diminuir nas últimas duas décadas, alterando-se de 2 396 hab/km² em 1991 para 2 200 hab/km² em 2011. A variação mais acentuada ocorreu, no entanto, entre 1991 e 2001. Embora a densidade populacional do concelho tenha diminuído entre 1991 e 2011 é possível observar no gráfico da Figura 4.6, onde se mostra a evolução da densidade populacional do concelho e das diferentes freguesias, que nas freguesias do Lavradio, Santo André, Santo António da Charneca e Palhais esta tem vindo a aumentar. É também nestas freguesias que se verifica um aumento no número de edifícios entre 1991 e 2001 e entre 2001 e 2011.

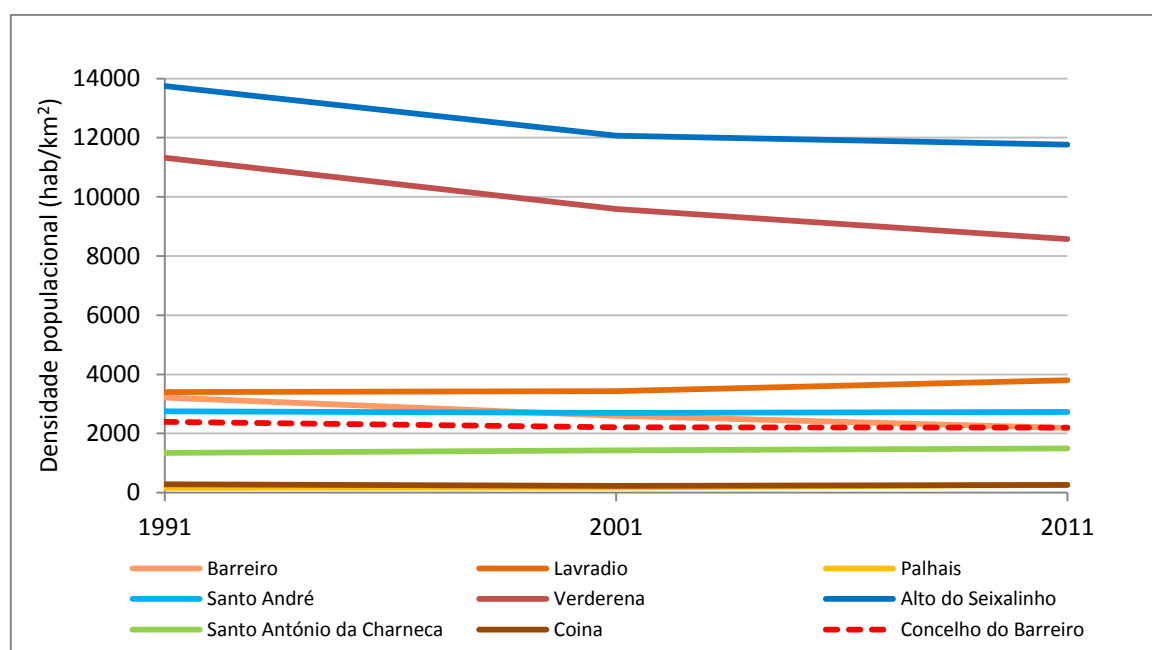


Figura 4.6. Evolução da densidade populacional no concelho do Barreiro e por freguesia entre 1991 e 2011
Adaptado de INE (2013b)

4 CASO DE ESTUDO: Concelho do Barreiro

Na Figura 4.7 pode visualizar-se a distribuição actual das diferentes densidades populacionais por freguesia do concelho.

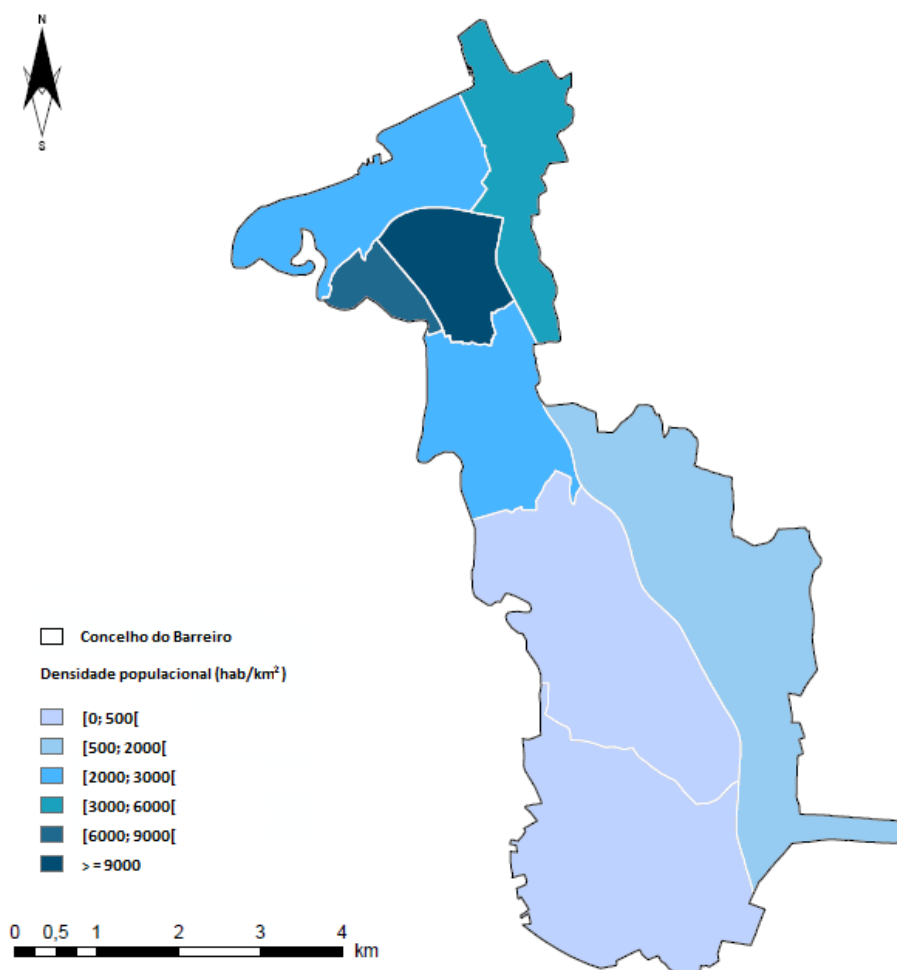


Figura 4.7. Densidade populacional das freguesias do concelho do Barreiro em 2011
Adaptado de INE 2011a

Apesar do Alto do Seixalinho ser uma das freguesias onde ocorreu um maior decréscimo no número de habitantes por unidade de área nas duas últimas décadas, esta continua a ser a freguesia com a maior densidade populacional. Quando se compara a densidade do edificado com a densidade populacional observa-se que a ordem relativa às diferentes freguesias é semelhante.

Uma das características do parque edificado que influenciam significativamente os consumos energéticos do sector doméstico, sobretudo devido às necessidades de climatização, é a sua idade. Com base nos dados do INE (2011b), criou-se o gráfico apresentado na Figura 4.8 onde é possível observar a distribuição do número de edifícios por período de construção e por freguesia.

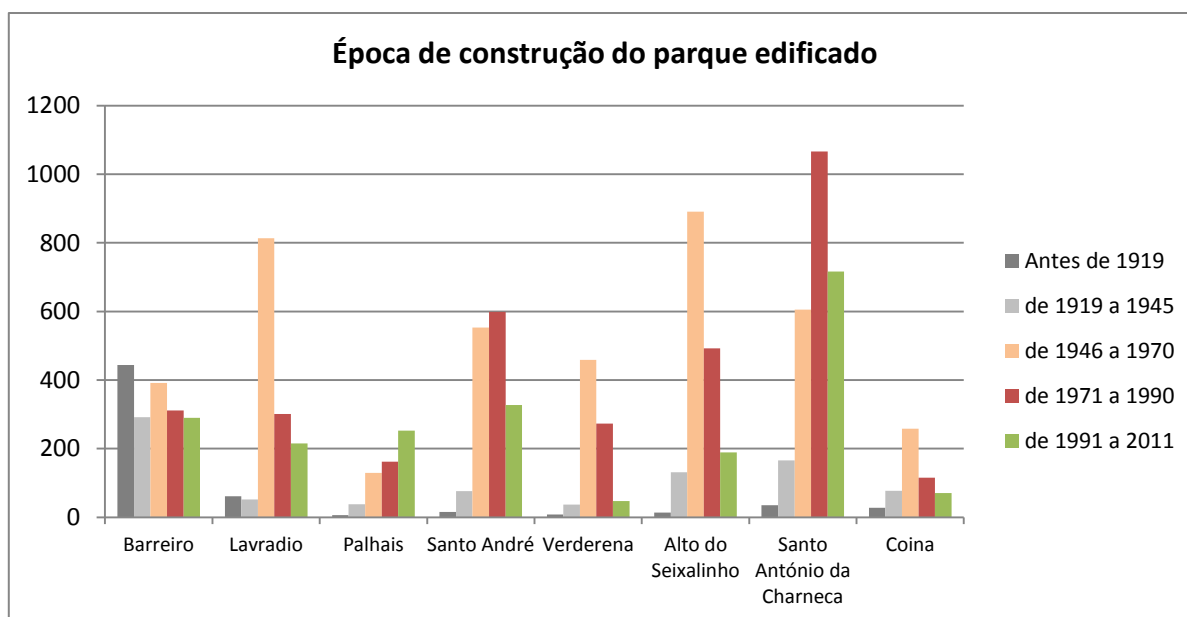


Figura 4.8. Distribuição do número de edifícios do concelho do Barreiro por período de construção e por freguesia
Adaptado de INE (2011b)

A freguesia que apresenta um parque edificado mais recente é a freguesia de Palhais, tendo sido 43% dos seus edifícios construídos após 1991. Segue-se a freguesia de Santo António da Charneca (27,7%), a de Santo André (20,8%), do Barreiro (16,8%), do Lavradio (14,9%), de Coina (12,9%), do Alto do Seixalinho (11%) e, por fim, de Verderena (5,7%). Como se pode observar no gráfico o período onde a construção de edifícios foi mais intenso para a maioria das freguesias foi entre 1946 e 1970, seguindo-se o período entre 1971 e 1990. Se se considerar o conjunto de edifícios construídos antes de 1945, são as freguesias do Barreiro (42,6%) e de Coina (19,1%) que apresentam o parque edificado mais antigo, sendo que todas as outras freguesias têm uma proporção inferior a 10%.

Se este período for alargado para 1970, verifica-se que cinco das oito freguesias apresentam uma proporção do parque edificado anterior a esta data superior a 60%. A freguesia de Coina é aquela que apresenta o conjunto de edifícios mais antigo (66,1%), seguindo-se do Barreiro (65,2%), do Lavradio (64,2%), de Verderena (61,2%) e do Alto do Seixalinho (60,3%). A freguesia de Palhais é a que apresenta a menor proporção de edifícios anteriores a 1970 (29,4%), seguindo-se de Santo António da Charneca (31,1%) e, finalmente, de Santo André (41,1%).

Considerando o conjunto total de edifícios de cada freguesia e com base nos dados do INE (2011b), criou-se o gráfico que se apresenta na Figura 4.9 onde é possível verificar a proporção de edifícios consoante o estado de conservação.

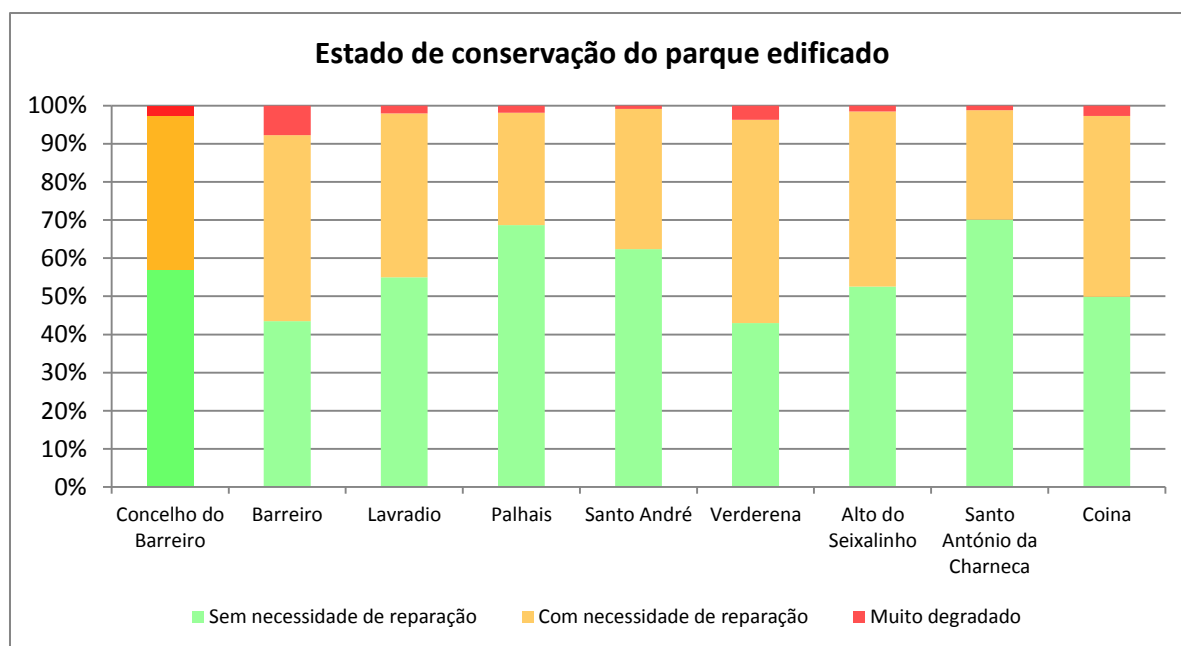


Figura 4.9. Estado de conservação do parque edificado no concelho do Barreiro e por freguesia
Adaptado de INE (2011b)

De um modo geral a proporção de edifícios sem qualquer necessidade de reparação é satisfatória, constituindo 57% do parque edificado do concelho. As freguesias que superam a média do concelho são a freguesia de Santo António da Charneca (70,1%), de Palhais (68,7%) e de Santo André (62,4%), encontrando-se a freguesia do Lavradio próxima desse valor (55%).

Quanto às freguesias que apresentam a maior proporção de edifícios muito degradados, é a freguesia do Barreiro que precisa de uma maior intervenção a este nível, apresentando 7,8% do parque edificado com um estado de conservação inadequado. Seguem-se as freguesias de Verderena (3,8%), de Coia (2,7%), Lavradio (2%) e Palhais (1,9%). Na criação deste gráfico a dimensão das necessidades de reparação não foi discriminada, abrangendo pequenas, médias e grandes reparações, sendo que a proporção das últimas é, regra geral reduzida. Tal pode ser observado no gráfico da Figura 4.10 que, para além da dimensão das reparações, também distingue as necessidades de reparação.

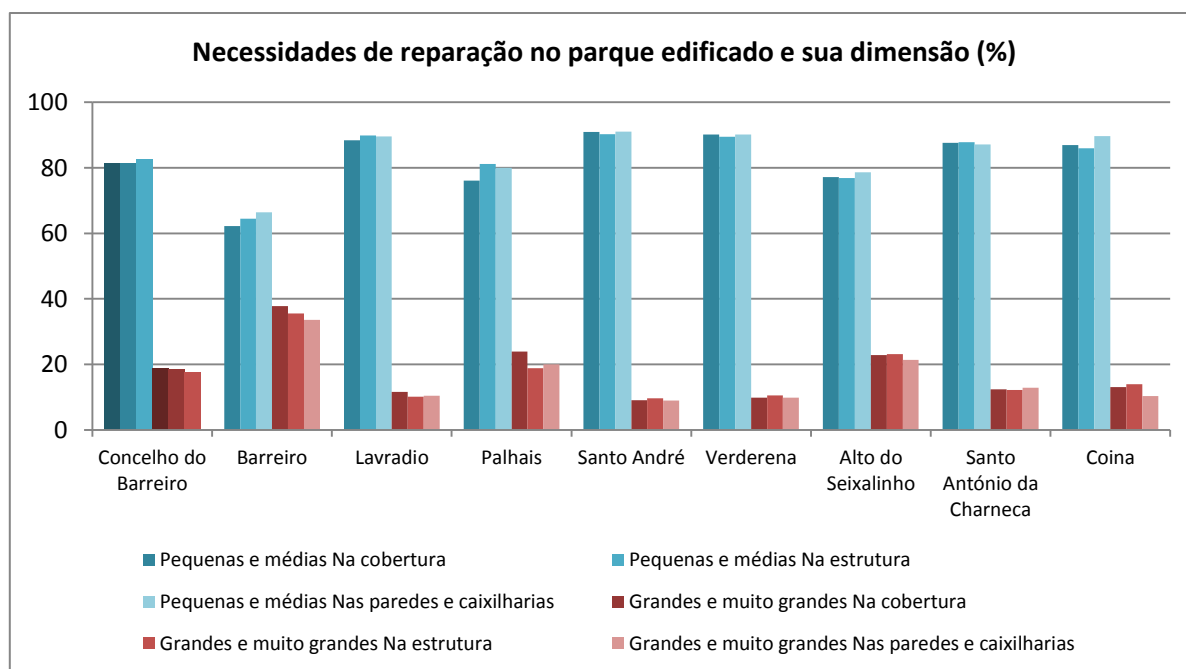


Figura 4.10. Necessidades de reparação no parque edificado e sua dimensão no concelho do Barreiro e por freguesia
Adaptado de INE (2011b)

Como se pode observar no gráfico acima, as pequenas e médias necessidades de reparação são deveras superiores às grandes reparações, exceptuando talvez a freguesia do Barreiro. Nesta as últimas assumem um valor superior que não ultrapassa, ainda assim, o das primeiras. Verifica-se também que a distribuição das diferentes necessidades – cobertura, estrutura, paredes e caixilharia – dentro de cada dimensão é muito homogénea.

Pela observação do gráfico é ainda possível compreender que existe um conjunto largo de edifícios com pequenas e médias necessidades de reparação que ao beneficiarem das devidas reparações contribuiriam possivelmente para melhorar as condições de conforto interior e, consequentemente, reduzir as necessidades energéticas de climatização.

Outra característica do parque edificado que tem implicações no consumo energético dos edifícios é o seu posicionamento face aos edifícios adjacentes. Por esta razão, utilizando dados do INE (2011b), averiguou-se acerca da proporção de edifícios isolados construídos na última década em cada freguesia (Figura 4.11).

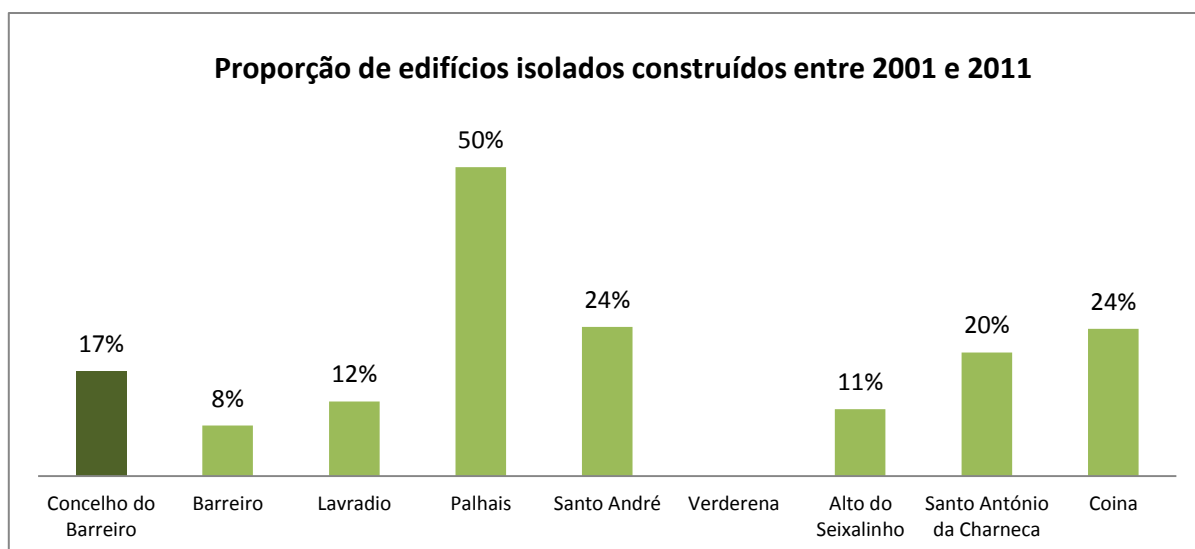


Figura 4.11. Proporção do número de edifícios isolados construídos na última década (2001-2011) no concelho do Barreiro e por freguesia
Adaptado de INE (2011b)

Analisando os dados referentes aos diferentes períodos de construção, verificou-se que a proporção da construção de edifícios isolados no concelho nunca foi tão elevada como na última década (17%), sendo que a das duas décadas anteriores (11,4% e 10,5%) foi também superior às antecedentes. Uma vez que o consumo energético é superior em edifícios mais isolados, esta tendência não é energeticamente eficiente, devendo ser atendida aquando do planeamento do território. A freguesia de Palhais é aquela cuja proporção de edifícios isolados construídos na última década é superior (50%), destacando-se das restantes. Por outro lado, na freguesia da Verderena nenhum dos edifícios construídos entre 2001 e 2011 o foi feito de forma isolada.

Considerando o número total de edifícios, a proporção de edifícios isolados é, no entanto, reduzida, sendo que as freguesias de Palhais e de Santo André apresentam os valores mais elevados (4,8%), seguindo-se das freguesias da Verderena, Alto do Seixalinho e Coina (4%), Barreiro (3,9%), Lavradio (2,4%) e Santo António da Charneca (2,3%).

Ainda no sector dos edifícios, e para finalizar esta análise, criou-se um gráfico da evolução dos certificados emitidos por classe energética no concelho do Barreiro (Figura 4.12).

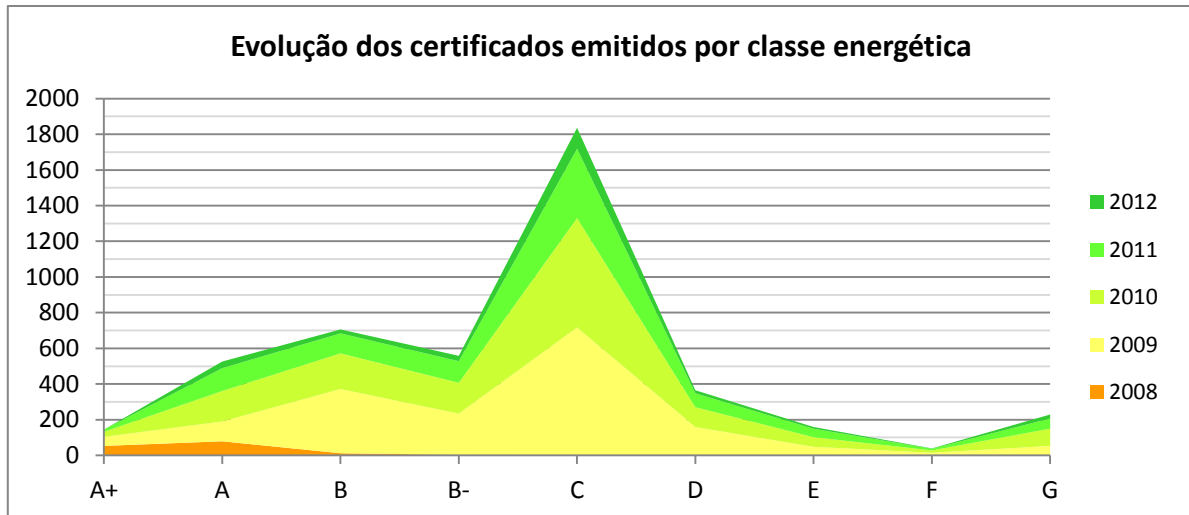


Figura 4.12. Evolução dos certificados emitidos por classe energética no concelho do Barreiro
Adaptado de ADENE (2012)

Pode observar-se que a grande maioria dos certificados emitidos correspondem à classe C, o que é indicativo do potencial de melhoria do desempenho energético dos edifícios face à aplicação das medidas sugeridas para tal no próprio certificado. Aparte a classe C, verifica-se que a maioria dos certificados emitidos se refere às classes superiores de desempenho energético (B-, B, A, A+). Tal sugere que no universo dos edifícios avaliados (41,5% do total de edifícios) são poucos aqueles cuja melhoria do desempenho energético está dependente da implementação de medidas deveras esforçadas (classes E, F e G). É de notar que mais de 97% dos certificados emitidos são relativos a edifícios de habitação e serviços sem sistemas de climatização ou com sistemas de climatização inferior a 25 kW de potência instalada.

Aproximadamente metade da população de cada freguesia é activa. Tal é indicativo da proporção da população que se desloca diariamente (dias úteis) para o local de trabalho, não traduzindo exactamente a realidade uma vez que nem toda a população activa se encontra empregada e existe uma pequena porção da população que trabalha a partir de casa.

A proporção da população que, estando empregada ou a frequentar algum nível de ensino, se desloca para outro município é um indicador mais apropriado ao estudo das viagens pendulares. Estes valores foram recolhidos ou calculados para as diferentes freguesias do concelho do Barreiro com base no dados disponíveis do INE (2011b), encontrando-se sumarizados na Tabela 4.2. Também nesta tabela se podem observar os valores das taxas de motorização de cada freguesia fornecidos pela CMB relativos a 2010.

Tabela 4.2. Dados geográficos das oito freguesias do concelho do Barreiro
Fonte: INE (2013b)

Freguesia	População activa		População residente que trabalha ou estuda noutro município (%)			Taxa de motorização (veículos/1000 hab)
	Nº	%	1991	2001	2011	
Barreiro	3239	43,5	34,1	46,8	49,6	823
Lavradio	6959	48,2	41,6	55,2	61,4	571
Palhais	995	53,2	31,9	40,5	53,4	741
Santo André	5491	47,8	37,2	51,5	55,3	643
Verderena	4534	44,1	45,0	57,0	61,5	683
Alto do Seixalinho	8915	44,6	39,6	52,7	57,2	692
Santo António da Charneca	5580	48,4	39,5	51,9	57,2	591
Coina	791	45,9	48,1	53,9	60,0	299
Concelho do Barreiro	36504	46,3	39,9	52,7	57,6	468

A população residente que trabalha ou estuda noutro município tem vindo a aumentar nas últimas duas décadas em todas as freguesias do concelho do Barreiro. Entre 1991 e 2001 este aumento foi de 12,8%, tendo variado entre 5,8% na freguesia de Coina e 14,3% na freguesia de Santo André. Entre 2001 e 2011 é possível observar que o aumento da população residente no concelho que trabalha ou estuda noutro município foi menor do que o da década anterior (4,9%), variando este aumento entre 2,8% na freguesia do Barreiro e 12,9% na freguesia de Palhais. Tal traduz-se numa diminuição do índice de polarização do concelho – relação entre a população empregada numa determinada unidade territorial e a população aí residente e empregada – que já era destacado em 2001 pelo seu baixo valor (INE 2011c). O défice de emprego apresentado pelo concelho resulta num aumento das necessidades de deslocação, nomeadamente no que diz respeito às distâncias percorridas, o que tem implicações nos consumos energéticos do sector dos transportes.

Segundo o IMTT (2011b) “para o crescimento significativo das deslocações em transporte individual em muito contribuiu o crescimento da taxa de motorização da população em Portugal”, sendo que a taxa nacional, em 2008, era de 415 veículos/1000 habitantes. Apesar de não se terem encontrado dados que permitam a análise da sua evolução no concelho, é possível verificar que todas as freguesias, à excepção da freguesia de Coina, apresentam um valor muito superior à taxa nacional, sendo que as freguesias do Barreiro e de Palhais exibem os valores mais elevados.

Como se pode observar no gráfico apresentado na Figura 4.13, a proporção da utilização do automóvel tem vindo a aumentar nas últimas duas décadas. A variação mais acentuada ocorreu na década de 90, sendo que entre 2001 e 2011 foi nas freguesias periurbanas – Santo António da Charneca (12,4%), Coina (16,6%) e Palhais (20,1%) – que se verificou o maior aumento.

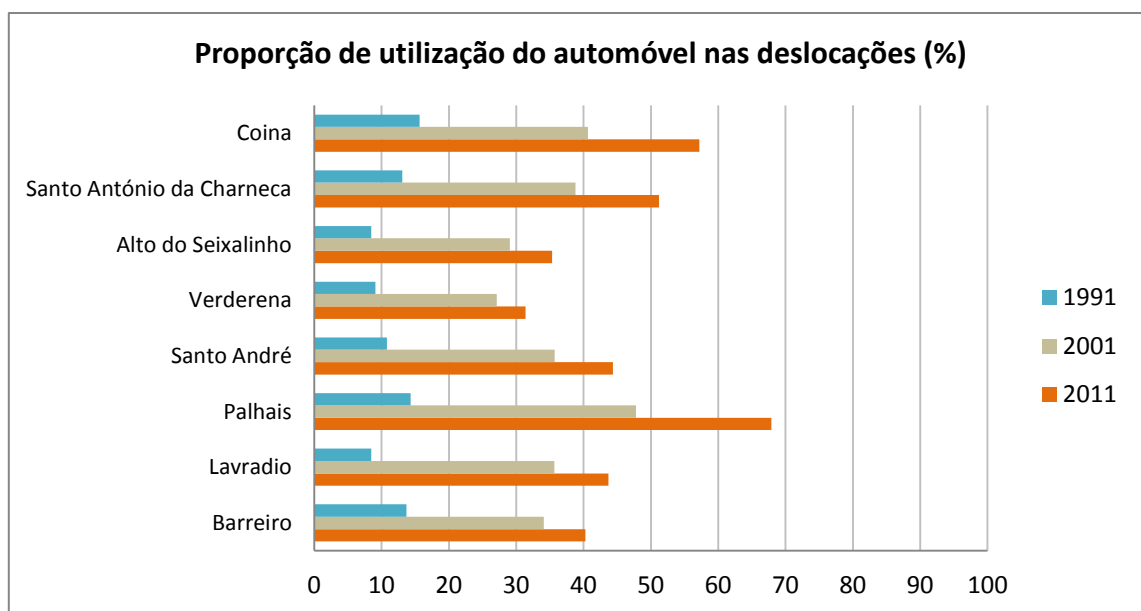


Figura 4.13. Evolução da proporção da utilização do automóvel no concelho do Barreiro entre 1991 e 2011 por freguesia
Adaptado de INE (2013b)

No gráfico da Figura 4.14, criado a partir de dados do INE (2011b), apresenta-se a proporção das deslocações realizadas pela população empregada e estudante do concelho do Barreiro consoante o destino. Esta pouco variou entre 2001 e 2011, verificando-se que a maioria das deslocações ocorrem dentro do próprio concelho do Barreiro (54,5%). Fora do concelho, a Grande Lisboa é o destino que gera mais deslocações pendulares (28,7%), seguindo-se os concelhos da Península de Setúbal (15,9%). A proporção da população residente no concelho do Barreiro que se desloca sistematicamente para outros concelhos que não os da Grande Lisboa e da Península de Setúbal é residual (0,9%).

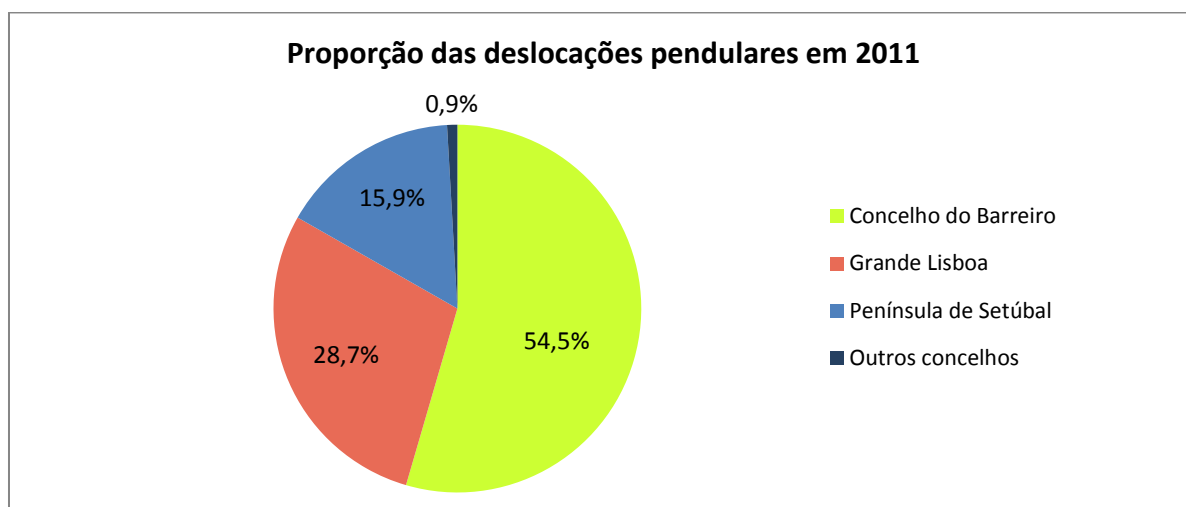


Figura 4.14. Proporção das deslocações pendulares com origem no concelho do Barreiro em 2011 por destino
Adaptado de INE (2011b)

Devido ao impacto que as deslocações sistemáticas têm no consumo energético do sector dos transportes, o estudo aprofundado dos movimentos pendulares do concelho e das diferentes freguesias será realizado mais à frente nesta dissertação.

4.3. Características do sistema de transportes no Barreiro

4.3.1. Os diferentes modos de transporte colectivo no Barreiro

O Barreiro, localizado na margem sul do rio Tejo, encontra-se ligado a Lisboa, não só pela Ponte 25 de Abril e pela Ponte Vasco da Gama, mas também através do terminal rodo-ferro-fluvial do Barreiro e do terminal rodo-ferroviário de Coina. Para sul, o acesso a Setúbal mais comum é pela A2 ou através da linha do Sado assegurado pelos comboios da CP.

Um dos objectivos da Política de Ambiente do Barreiro consiste em “dar primazia aos meios de transportes colectivos sobre os individuais, os ferroviários sobre os rodoviários e os não poluentes sobre os poluentes, nomeadamente em matéria de ordenamento do tráfego no Concelho” (CMB 2013a). Algumas medidas têm sido tomadas neste sentido. Partindo desta óptica, uma vez que os consumos específicos de energia dos transportes colectivos são bastante inferiores aos dos transportes individuais (excluindo os modos suaves), procede-se agora à caracterização destes no concelho do Barreiro.

O acesso pela Ponte 25 de Abril pode ser realizado através dos comboios da Fertagus e dos autocarros dos Transportes Sul do Tejo (TST). No entanto, será sempre necessário pelo menos um transbordo para usufruir das viaturas que fazem a travessia por esta ponte. Ou recorrendo aos Transportes Colectivos do Barreiro (TCB) ou aos comboios da CP (Comboios de Portugal).

Já o acesso pela Ponte Vasco da Gama, uma ponte apenas rodoviária, pode ser realizado utilizando os TST sendo sempre necessário um transbordo, pois a carreira que mais se aproxima do Barreiro tem a sua paragem final no Vale da Amoreira, no Concelho da Moita.

Finalmente, a travessia do rio por transporte fluvial é praticado pela Soflusa, num trajecto que liga o Barreiro a Lisboa, através do Terreiro do Paço. O terminal fluvial do Barreiro consiste numa interface entre o transporte fluvial, o transporte rodoviário – individual, colectivo, através de sete carreiras distintas (TST e TCB) e táxis – e o transporte ferroviário – Linha do Sado da CP.

A rede de metropolitano ligeiro da margem sul do Tejo (MST), cujo desenvolvimento está previsto no Plano Nacional para as Alterações Climáticas (PNAC) de 2006, pretende estruturar a ligação no arco ribeirinho de Almada, Seixal, Barreiro e Moita, ao nível dos transportes colectivos, e contribuir para o

desenvolvimento local e regional. A primeira fase do projecto está já finalizada, com a entrada em funcionamento dos eixos previstos de ligação entre Almada e o Seixal.

4.3.1.1. Transporte fluvial – Soflusa

O terminal fluvial do Barreiro foi inaugurado em 1995. O serviço de transporte de passageiros a partir deste terminal é prestado, desde 2004, por oito navios catamarãs que permitem encurtar o tempo de viagem entre as duas margens, devido à sua potência. No entanto, são embarcações com um consumo de combustível elevado. Estes têm capacidade para 600 passageiros sentados e a viagem tem uma duração aproximada de 20 minutos (Soflusa 2013). Em 2012, a duração da viagem aumentou 5 minutos, nas ligações fora das horas de ponta e fins-de-semana, devido à diminuição da velocidade dos navios instituída com o objectivo de minimizar os custos.

No percurso Barreiro-Terreiro do Paço, foram transportados, em 2009, aproximadamente nove milhões de passageiros, o que corresponde a 47% do total de passageiros transportados no mesmo ano nas carreiras asseguradas pela empresa (Ramos, et al. 2010). Para além de ser a carreira onde são transportados mais passageiros, apresenta ainda uma ligeira tendência de crescimento com os novos desenvolvimentos na linha do Sado da CP e do metropolitano de Lisboa. Foi também o percurso que teve as melhores taxas de ocupação da frota tanto nas horas de ponta, variando entre 57,7% e 66,3%, como em média, situando-se nos 26,2% (Ramos, et al. 2010). Nos dias úteis, em 2011, foram efectuadas 154 ligações e aos fins-de-semana, 85 (Soflusa 2013).

O transporte fluvial no Barreiro concilia-se com os outros modos, constituindo o terminal uma interface entre este e autocarros, táxis, comboios. Nas suas imediações tem parques de estacionamento para viaturas individuais e bicicletas, este com capacidade para 20 lugares abrigados (Figura 4.15).



Figura 4.15. Parque exclusivo de bicicletas no terminal fluvial do Barreiro
Fonte: Soflusa (2013)

É ainda possível o transporte gratuito de bicicletas nas embarcações, consoante a lotação. No percurso Barreiro-Terreiro do Paço, esta é de duas bicicletas, em certos períodos dos dias úteis, e de cinco, fora desses períodos, nos fins-de-semana e feriados (Soflusa 2013).

4.3.1.2. Transporte ferroviário – Comboios de Portugal (CP)

A linha do Sado, dos Comboios de Portugal, é aquela que faz a ligação entre os comboios da Fertagus – com destino/origem em Lisboa – e o Barreiro, sendo a estação do Pinhal Novo a interface entre os transportes destas duas empresas. Entre esta estação e a última, no sentido do Barreiro, existem sete estações – Penteado, Moita, Alhos Vedros, Baixa da Banheira, Lavradio, Barreiro-A e Barreiro. A linha do Sado (serviço regional/urbano) permite ainda a ligação com o concelho de Palmela e com o de Setúbal. Ao longo do troço referido, apenas no Penteado e na Baixa da Banheira não existe parque de estacionamento, sendo que apenas na última estação, do Barreiro, é possível a ligação com o transporte fluvial. Em todas estas estações existem máquinas de venda de bilhetes, mas apenas na do Barreiro e do Pinhal Novo existem bilheteiras com venda de bilhetes para o alfa pendular, intercity e regional. É na estação do Pinhal Novo que a ligação com os serviços intercity e alfa pendular é possível.

4.3.1.3. Transporte ferroviário – Fertagus

Os comboios que fazem a ligação directa entre Lisboa e Setúbal, via Ponte 25 de Abril, são os comboios da Fertagus. Entre Lisboa e o Pinhal Novo, estação de interface com a CP, a linha é constituída por onze estações: Roma-Areeiro, Entrecampos, Sete-Rios, Campolide, Pragal, Corroios, Foros de Amora, Fogueteiro, Coina, Penalva e Pinhal Novo.

4.3.1.4. Transporte rodoviário – Transportes Colectivos do Barreiro (TCB)

Os TCB possuem actualmente uma frota de 74 viaturas – 68 veículos urbanos e 6 de turismo – que cobre a totalidade do Concelho através de 17 carreiras que perfazem uma extensão de rede viária de 192,4 km. Os TCB transportam cerca de 12 milhões de passageiros anualmente, num total de 831 viagens por dia (TCB, Relatório de actividades e prestação de contas 2011 2011). A rede foi planeada por forma a ser acedida em menos de 500 metros por qualquer aglomerado populacional do Concelho (CMB 2013a). Em Março de 2012, os tarifários dos Serviços Municipalizados de Transportes Colectivos do Barreiro (SMTCB) foram actualizados perante a aprovação da Câmara Municipal do Barreiro. Os títulos de transporte existentes contemplam passes intermodais, passes combinados interempresas (Soflusa, Carris, Metro de Lisboa) e os próprios dos TCB – bilhetes individuais (incluindo viagens pré adquiridas em suporte 7 colinas e VIVA viagem) e passes sociais.

As duas carreiras dos TCB que fazem a ligação com a linha da Fertagus, em alternativa aos comboios da CP, na estação mais próxima de Coina, são a carreira 6, com destino/origem no Lavradio e a

carreira 16 com origem/destino na escola Augusto Cabrita. A duração do percurso, respectivamente, é de cerca de 30 e 45 minutos, enquanto que o tempo médio de espera é de 40 minutos em ambas. É referido por diversos utentes dos transportes colectivos que servem o concelho do Barreiro que o acesso a Almada recorrendo à opção TCB e Fertagus ou CP e Fertagus tem maiores custos económicos e de tempo do que a alternativa transporte fluvial para o Terreiro do Paço, metro de Lisboa até ao Cais do Sodré, transporte fluvial até Cacilhas, optando muitas vezes os habitantes do Barreiro por se deslocar de carro até à estação de Coina. Os autocarros dos Transportes Sul do Tejo (TST) permitem a deslocação, a partir da linha da Fertagus ou do terminal fluvial em Cacilhas, até ao destino final em Almada.

4.3.1.5. Transporte rodoviário – Transportes Sul do Tejo (TST)

As carreiras suburbanas dos TST com destino no Barreiro são onze. Destas apenas a carreira 333 faz a ligação de Lisboa, pela Ponte Vasco da Gama, com uma freguesia do Concelho da Moita limítrofe ao Concelho do Barreiro – Vale da Amoreira. Também a carreira 307, com origem na freguesia da Moita, no lado oposto do Concelho com o mesmo nome, tem a sua estação final na freguesia de Vale da Amoreira, sendo nestes dois casos a ligação com o Barreiro assegurada pela carreira 317. A carreira 302 permite a deslocação dos passageiros entre a Baixa da Banheira e o Fogueteiro, onde está localizada uma das estações da Fertagus constituindo assim uma alternativa na ligação com esta linha ferroviária às opções vistas dos TCB e CP.

4.3.1.6. Transporte ligeiro de tracção eléctrica – Metropolitano Sul do Tejo (MST)

O Metropolitano Sul do Tejo surge na década de 80, no âmbito do Plano de Desenvolvimento da Península de Setúbal e dos Planos Directores Municipais dos quatro municípios envolvidos no projecto – Seixal, Moita, Barreiro e Almada. Em 1995 foi assinado o protocolo para o seu desenvolvimento, tendo sido o último troço previsto na primeira fase do projecto inaugurado em 2008.

As fases do projecto são as seguintes (MTS 2007):

- Fase I – Concelhos de Almada e Seixal;
- Fase II – Concelho do Seixal entre Corroios e Fogueteiro;
- Fase III – Concelhos do Seixal e Barreiro com ligações entre Fogueteiro, terminal Fluvial do Seixal, terminal Fluvial do Barreiro e apeadeiro do Lavradio.

O traçado da primeira fase, o único efectuado até hoje, permite a ligação entre as estações ferroviárias de Corroios e Pragal, o terminal rodo-fluvial de Cacilhas e a Universidade da Caparica.

4 CASO DE ESTUDO: Concelho do Barreiro

Tem uma frota de 24 comboios com capacidade para 225 passageiros cada (AML 2012). Na Figura 4.16 pode observar-se a rede de metropolitano ligeiro da margem sul do Tejo existente e planeada.



Figura 4.16. Rede de metropolitano ligeiro da margem sul do Tejo, eixos construídos e eixos previstos – MST
Fonte: AML (2012)

Trata-se de um modo de transporte com um baixo consumo específico de energia, que se desloca à superfície consumindo energia eléctrica, e que integra os vários modos de transportes colectivos, incentivando a transferência modal para estes, e os modos suaves através da articulação com ciclovias e zonas pedonais. O seu sistema de bilhética encontra-se integrado com o sistema praticado pelos operadores da Área Metropolitana de Lisboa (MTS 2007).

O projecto do MST vem ainda acompanhado de um conjunto de acções de qualificação urbana a desenvolver pelas câmaras municipais, tanto ao nível de espaços verdes e zonas pedonais como de construção de novos parques de estacionamento cuja importância é relativa à criação de interfaces (AML 2012). O prolongamento da linha da Universidade à Costa de Caparica e da linha prevista do Lavradio à Moita encontra-se em ponderação.

4.3.2. Tráfego no Barreiro

4.3.2.1. Tráfego rodoviário

Em termos de volume de tráfego, as principais vias de tráfego rodoviário que atravessam o concelho do Barreiro são a A2, IC32, IC21 e EN10. Ao nível da malha urbana as vias com maior tráfego são a

Avenida Bocage, Rua Miguel Bombarda, Avenida Alfredo da Silva, Rua dos Capitães de Abril (freguesia Santo André), a Avenida das Nacionalizações, a Avenida do Movimento das Forças Armadas e a Rua da Amizade (CMB 2010b). Os veículos relativos à normal actividade industrial, nomeadamente os veículos pesados, têm um contributo relevante no tráfego rodoviário das vias que atravessam o concelho. A rede de transportes do Barreiro encontra-se representada na Figura 4.17, com destaque para as principais vias de comunicação.

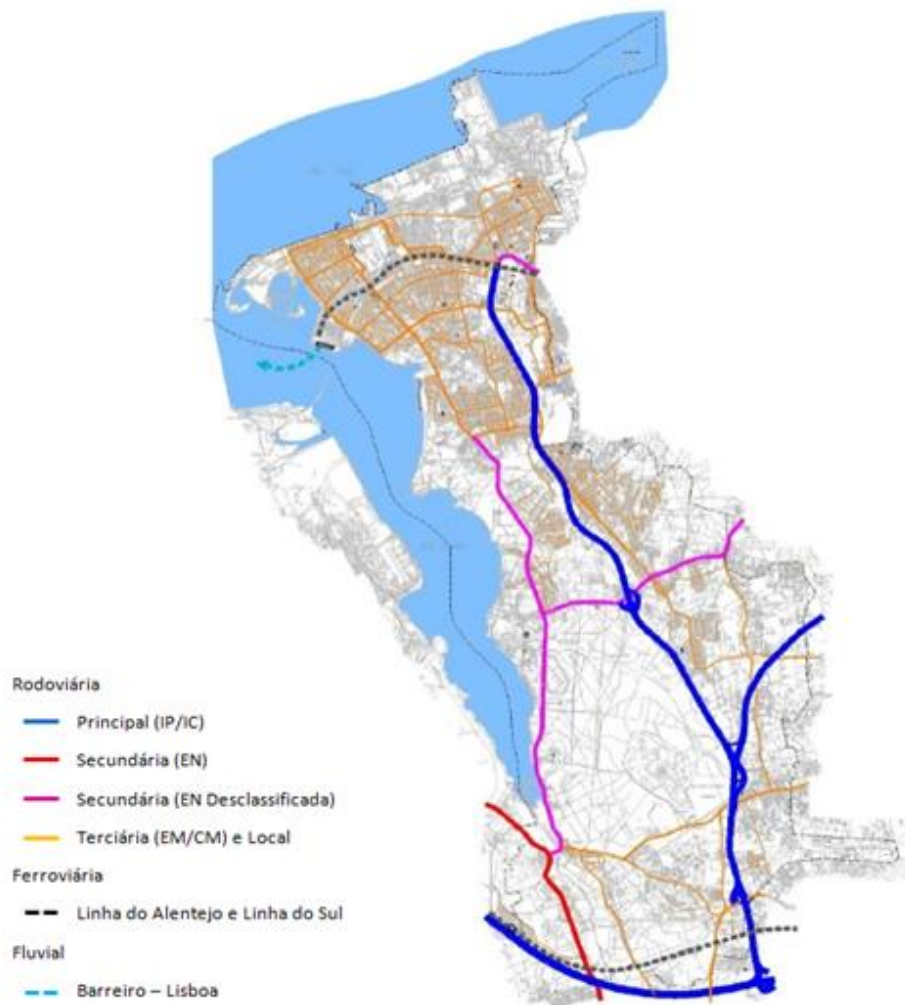


Figura 4.17. Rede de transportes do concelho do Barreiro
Adaptado de CMB (2010a)

4.3.2.2. Tráfego Ferroviário

As linhas ferroviárias que servem a população do Barreiro são a Linha do Sado, da CP, e a linha da Fertagus. A pouca extensão de atravessamento do concelho não traduz a relevância destas vias ferroviárias no tráfego de pessoas de e para o concelho. A linha da Fertagus é aquela que apresenta maior tráfego/material circulante (CMB 2010b).

4.4. Análise dos consumos energéticos do concelho

Tendo em conta a variedade de funções que as cidades proporcionam aos seus habitantes, a variabilidade dos usos e fontes de energia de energia, e os múltiplos factores que influenciam as necessidades energéticas nos diversos sectores, o consumo de energia revela-se um tema de elevada complexidade, à escala urbana. Acresce o facto de que a informação disponível acerca dos consumos energéticos a esta escala é escassa. Ainda assim, a informação disponibilizada pela Direcção Geral de Energia e Geologia (DGEG), pelo Instituto Nacional de Estatística (INE) e pela própria Câmara Municipal do Barreiro (CMB) permite realizar uma caracterização dos principais consumos de energia no concelho e por parte da autarquia.

Nos gráficos das Figuras 4.18 e 4.22, é possível observar a evolução do consumo de energia eléctrica e das vendas de combustíveis líquidos e gasosos no Barreiro na última década, respectivamente.

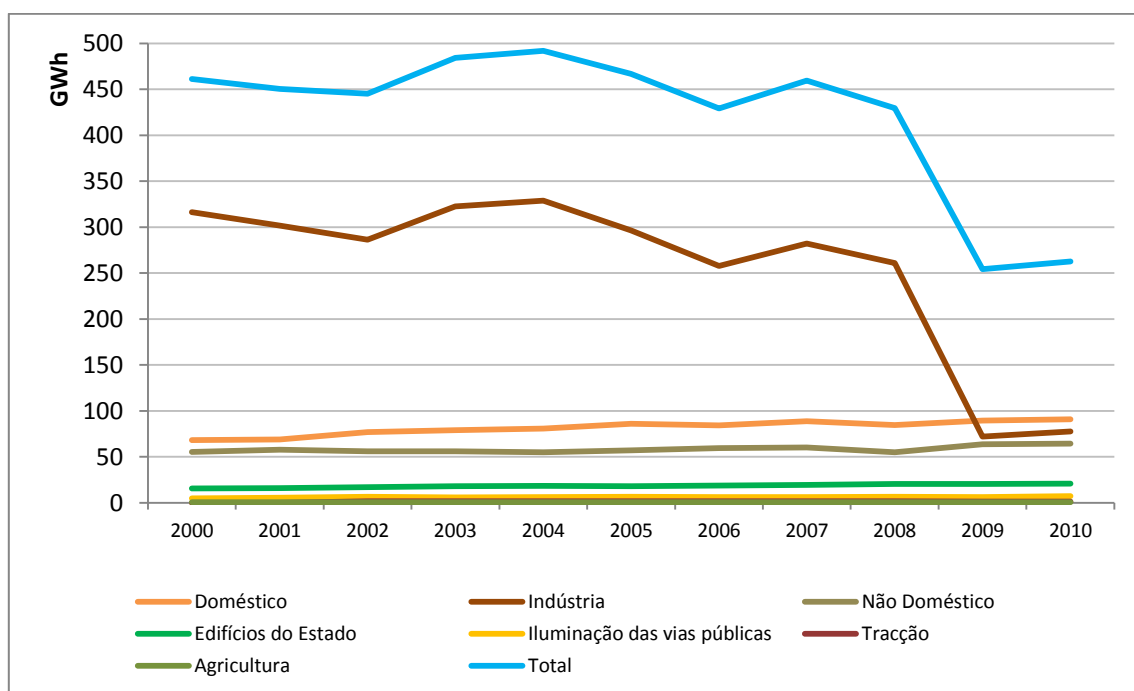


Figura 4.18. Evolução do consumo de energia eléctrica no concelho do Barreiro entre 2000 e 2010 por sector de consumo
Adaptado de DGEG (2010)

O consumo total de energia eléctrica no concelho do Barreiro segue um padrão muito semelhante ao consumo de energia eléctrica no seu sector industrial. Isto deve-se ao facto de o consumo realizado pela indústria ser muito superior ao dos outros sectores, sobrepondo a sua variabilidade ao longo dos anos à dos outros sectores cuja evolução foi relativamente constante. Como se pode observar, a queda no consumo total de energia eléctrica no concelho em 2009 deve-se à diminuição dos

consumos na indústria decorrente do encerramento de grande parte das actividades industriais do concelho. Neste ano, pela primeira vez o consumo de energia eléctrica no sector doméstico foi superior ao do sector industrial.

Uma vez que a diferença entre o consumo do sector industrial e dos outros sectores foi muito acentuada ao longo dos anos, criou-se um gráfico onde se pode observar em maior detalhe a evolução dos consumos de energia eléctrica destes últimos (Figura 4.19).

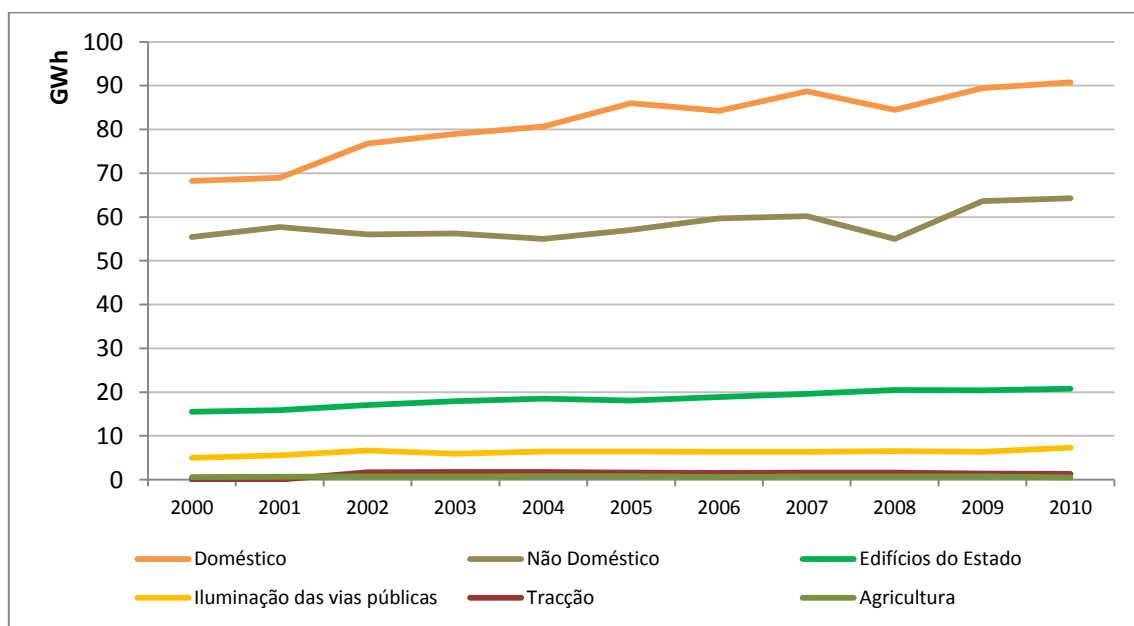


Figura 4.19. Detalhe da evolução dos consumos de energia eléctrica no concelho do Barreiro
Adaptado de DGEG (2010)

Verifica-se que o consumo de energia eléctrica no sector doméstico foi aquele que mais aumentou na última década (22,5 GWh), seguindo-se do consumo no sector não doméstico (8,8 GWh). Também o consumo realizado nos edifícios do Estado, designadamente no que se refere à iluminação destes, e na iluminação das vias públicas aumentou no mesmo período (5,3 GWh e 2,4 GWh, respectivamente).

É de notar que a proporção do número de consumidores de energia eléctrica por tipo de consumo não é necessariamente proporcional à representação do seu consumo. Isto devido à intensidade energética dos usos finais de energia referentes a cada tipo de uso. Segundo dados da DGEG (2010), no caso do concelho do Barreiro, em 2010, cerca de 90% dos consumidores de energia eléctrica correspondiam ao sector doméstico e aproximadamente 9% estavam associados ao sector não doméstico (Figura 4.20). Os consumidores relativos aos sectores da indústria, agricultura e iluminação das vias públicas constituíam a restante percentagem, diminuta quando se observa apenas o número de consumidores. No entanto, como se pode ver no gráfico da Figura 4.21, este

4 CASO DE ESTUDO: Concelho do Barreiro

número reduzido de consumidores perfaz, no mesmo ano, 32,6% do consumo total de energia eléctrica no concelho, principalmente devido à componente industrial.

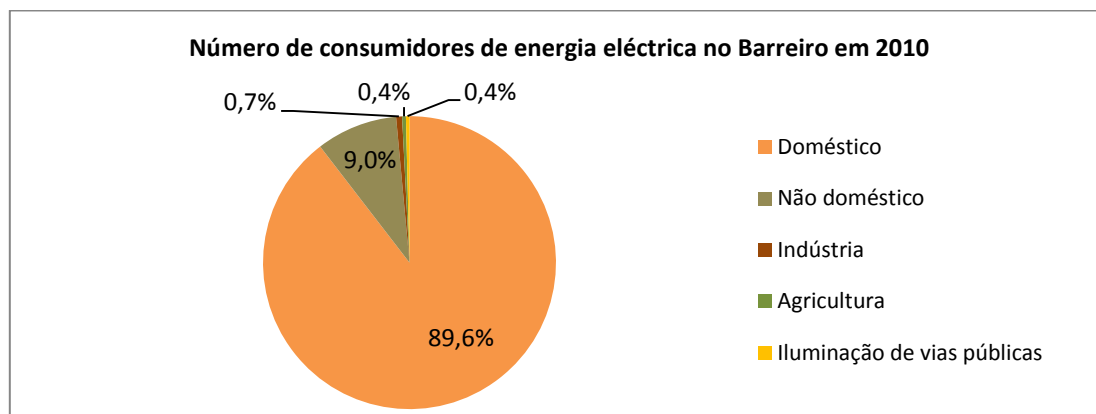


Figura 4.20. Repartição de consumidores de energia eléctrica no concelho do Barreiro por sector de consumo
Adaptado de DGEG (2010)

A repartição do consumo de energia eléctrica no concelho em estudo é, assim, em 2010 apresentada no gráfico da Figura 4.21. O sector doméstico é o maior responsável pelo consumo deste tipo de energia, representando cerca de 34,6% do consumo total. Embora grande parte das actividades industriais do concelho tenha encerrado, e o número de consumidores seja bastante reduzido quando em comparação com os consumidores dos restantes sectores, nomeadamente do sector doméstico, este sector é o segundo maior responsável pelos consumos de energia eléctrica no concelho (29,6%). Segue-se o sector não doméstico (24,5%), dos edifícios do estado (7,9%) e da iluminação das vias públicas e sinalização semafórica (2,8%). Os consumos de energia eléctrica relativos à tracção (0,5%) e agricultura (0,2%) são negligenciáveis.

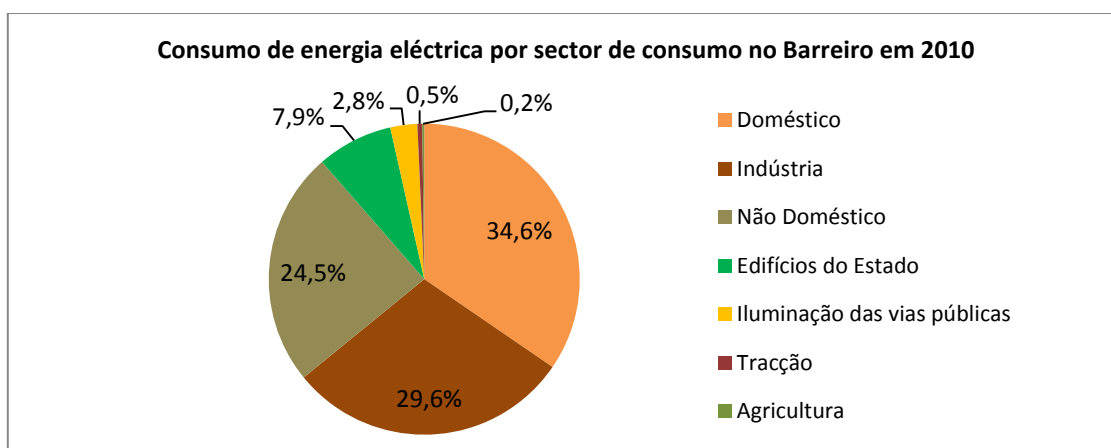


Figura 4.21. Distribuição do consumo de energia eléctrica no concelho do Barreiro por sector de consumo
Adaptado de DGEG (2010)

Relativamente às vendas de combustíveis líquidos e gasosos, observa-se que o gasóleo rodoviário é o mais consumido, apresentando oscilações acentuadas ao longo da última década (Figura 4.22). Em 2006, o consumo de gasóleo rodoviário atingiu o seu valor máximo no período considerado, sendo que entre 2000 e 2010 praticamente duplicou. O consumo de gasolina, por outro lado, tem vindo a diminuir, tendo ocorrido a principal queda em 2003. Actualmente o consumo de gasolina é quase um terço do consumo realizado em 2000.

Ainda no sector dos transportes terrestres, o consumo de GPL foi variável ao longo da última década tendo-se registado vários momentos de consumo crescente bem como decrescente. Verifica-se que o consumo de GPL no concelho é, no entanto, pouco expressivo quando comparado ao consumo de gasóleo e de gasolina – ao longo da última década nunca foi superior a 3% e 2% do consumo destes, respectivamente.

O consumo de gasóleo colorido, maioritariamente utilizado nos transportes marítimos, tem-se mantido relativamente estável desde que sofreu um aumento em 2002, tendo duplicado em relação ao consumo realizado em 2000. Por fim, regista-se uma diminuição no consumo de gás propano e butano no concelho, geralmente associados ao uso doméstico. A redução no consumo destes combustíveis gasosos deu-se de forma gradual ao longo desta década, sendo que entre 2000 e 2010 esta redução foi superior a 50%.

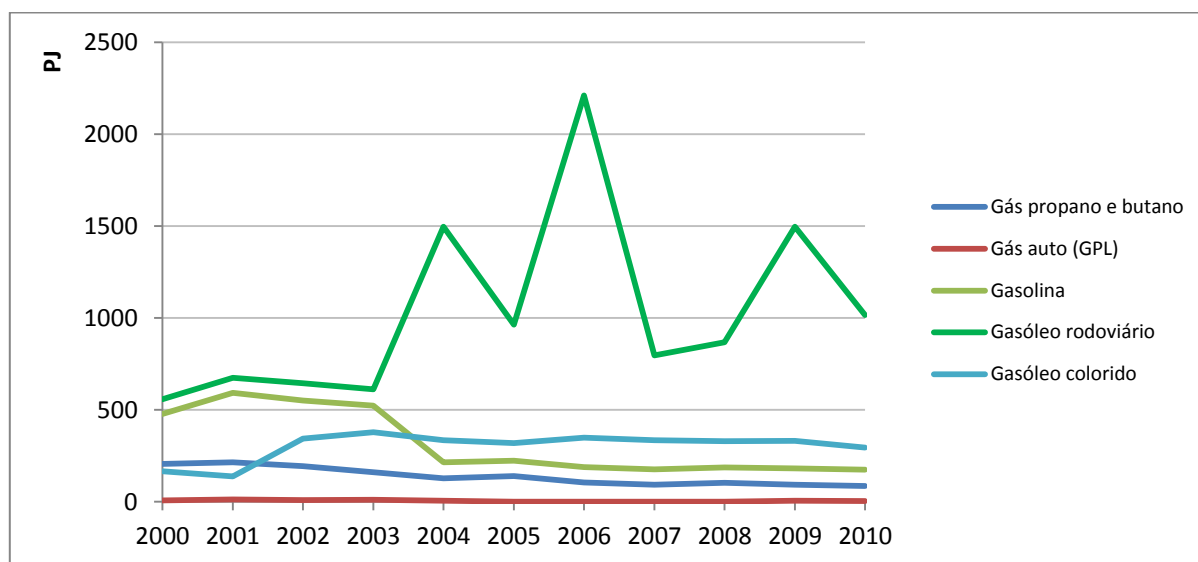


Figura 4.22. Evolução das vendas de combustíveis líquidos e gasosos no concelho do Barreiro entre 2000 e 2010

Adaptado de DGEG (2010)

O consumo de fuel, tipicamente utilizado na indústria, não se encontra representado neste gráfico uma vez que a sua ordem de valores não permitia a análise da variabilidade do consumo dos

4 CASO DE ESTUDO: Concelho do Barreiro

restantes combustíveis líquidos e gasosos, por ser deveras superior. Veja-se que o consumo de gasóleo rodoviário, o segundo combustível mais consumido no concelho, em relação ao consumo de fuel nunca ultrapassou os 21% deste até 2008. Ano a partir do qual o consumo de gasóleo, devido ao encerramento de grande parte das actividades industriais, superou o consumo de fuel, assumindo-se como o combustível mais consumido no concelho.

Assim, em 2010, os combustíveis líquidos cujo consumo se deve maioritariamente ao sector dos transportes terrestres – gasóleo rodoviário, gasolina e GPL – representam cerca de 63% do consumo total de combustíveis líquidos e gasosos no concelho. A desagregação do consumo destes pode ser observada no gráfico da Figura 4.23.

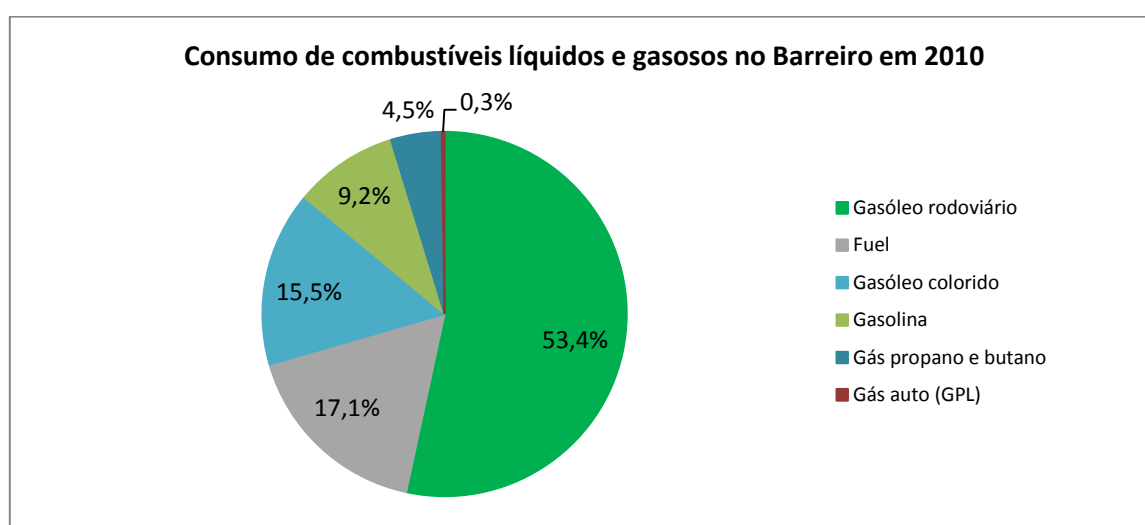


Figura 4.23. Desagregação do consumo de combustíveis líquidos e gasosos no concelho do Barreiro por tipo de combustível
Adaptado de DGEG (2010)

É possível observar que, em 2010, o gasóleo rodoviário é o principal componente (53,4%) tanto dos consumos de combustíveis líquidos e gasosos no geral, como do conjunto de combustíveis associados ao sector dos transportes terrestres. A gasolina é o segundo combustível mais consumido neste sector (9,2%), sendo reduzida a representação dos consumos de GPL (0,3%). O segundo combustível com o consumo mais elevado no concelho é o fuel (17,1%), tipicamente consumido a nível industrial, seguindo-se do gasóleo colorido, utilizado nos transportes marítimos (15,5%). A proporção deste último é particularmente relevante uma vez que traduz o consumo referente ao transporte colectivo de passageiros na travessia do rio Tejo em direcção a Lisboa. Finalmente, verifica-se que o consumo de gás propano e butano, associado a usos domésticos, representa apenas 4,5% do consumo total de combustíveis líquidos e gasosos no Barreiro, em 2010.

Utilizando dados fornecidos pela Câmara Municipal do Barreiro foi ainda possível analisar os consumos de energia eléctrica cobertos pelo erário público do concelho (Figura 4.24).

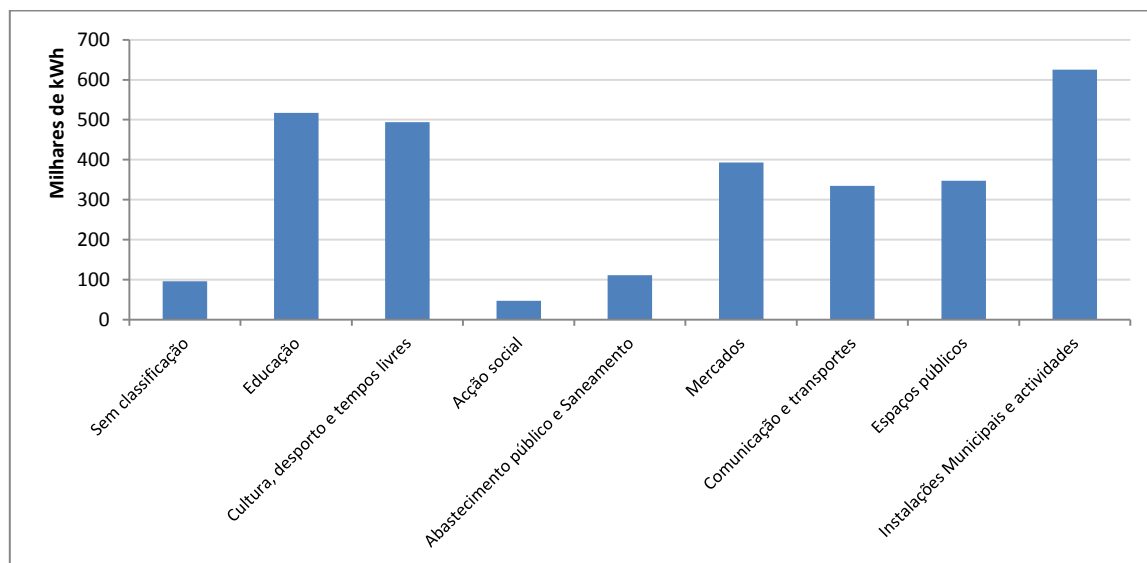


Figura 4.24. Repartição dos consumos de energia eléctrica da autarquia em 2011
Adaptado de CMB (2011)

Assim, no gráfico da Figura 4.24 observa-se a distribuição dos consumos de energia eléctrica da autarquia em 2011. Verifica-se que é ao nível da categoria relativa às *Instalações Municipais e Actividades* que o consumo deste tipo de energia é mais elevado, aproximando-se dos 625 MWh. A segunda categoria cujo consumo de energia eléctrica é mais elevado refere-se aos locais de *Ensino* (517 MWh), seguida de perto pela categoria relativa aos locais de *Cultura, Desporto e Tempos Livres* (494 MWh). Seguem-se os *Mercados* (393 MWh), os *Espaços Públicos* (348 MWh) e a sinalização semafórica indicada pela categoria *Comunicação e Transportes* (335 MWh). As categorias que apresentam os valores mais baixos relativos ao consumo de energia eléctrica são, por ordem crescente, a da *Acção Social* (47 MWh) e a de *Abastecimento e Saneamento* (112 MWh).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Análise dos movimentos pendulares e da distribuição modal

A nível nacional, os movimentos pendulares (casa-trabalho ou casa-escola) relativos ao ano de 2011 têm nas sub-regiões da Grande Lisboa e do Grande Porto os principais pólos geradores deste tipo de deslocações. A Península de Setúbal é uma das NUTS III adjacentes à Grande Lisboa com a qual se verifica um elevado número de interações inter-regionais. O concelho do Barreiro não é excepção a este padrão, como se pode ver no gráfico da Figura 5.1. Neste mostram-se as deslocações realizadas pela população empregada e pela população estudante em 2001 e 2011 de modo a que seja possível observar a sua variação na última década.

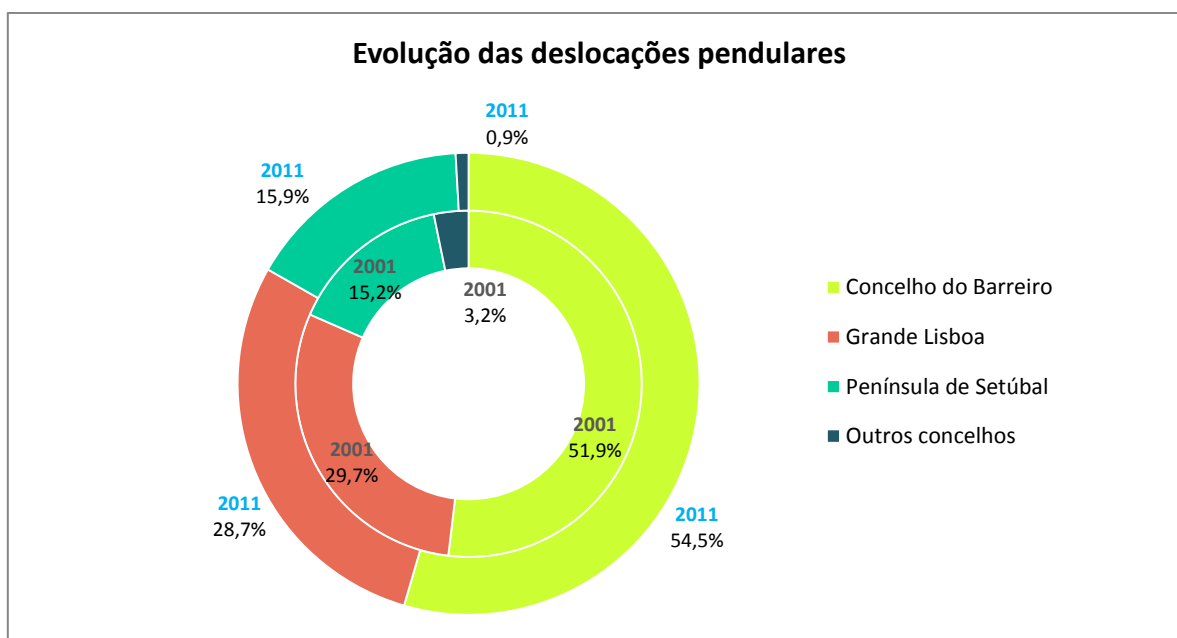


Figura 5.1. Proporção das deslocações pendulares com origem no concelho do Barreiro consoante o destino
Adaptado de INE (2011d)

Verifica-se que a estrutura das deslocações pendulares se manteve semelhante nos dois anos, com a maioria das deslocações a ocorrerem no próprio concelho do Barreiro, seguindo-se os concelhos da Grande Lisboa, da Península de Setúbal e, por fim, outros concelhos. As deslocações para estes últimos foram aquelas que mais variaram, tendo aumentado ligeiramente a proporção de deslocações realizadas dentro do próprio concelho. Este fenómeno é contrário ao assinalado a nível nacional onde, de acordo com os Resultados Definitivos dos Censos 2011 do INE, se assistiu a um aumento das deslocações intermunicipais nos últimos dez anos. Contudo, a proporção da população

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

residente no concelho do Barreiro que trabalha ou estuda noutro município (46%), em 2011, é superior à média da Península de Setúbal (42%) e à da Grande Lisboa (39%).

No gráfico da Figura 5.2 as deslocações com origem no concelho do Barreiro e destino na Grande Lisboa, noutros concelhos da Península de Setúbal e no próprio concelho encontram-se diferenciadas consoante se referem à população empregada ou estudante.

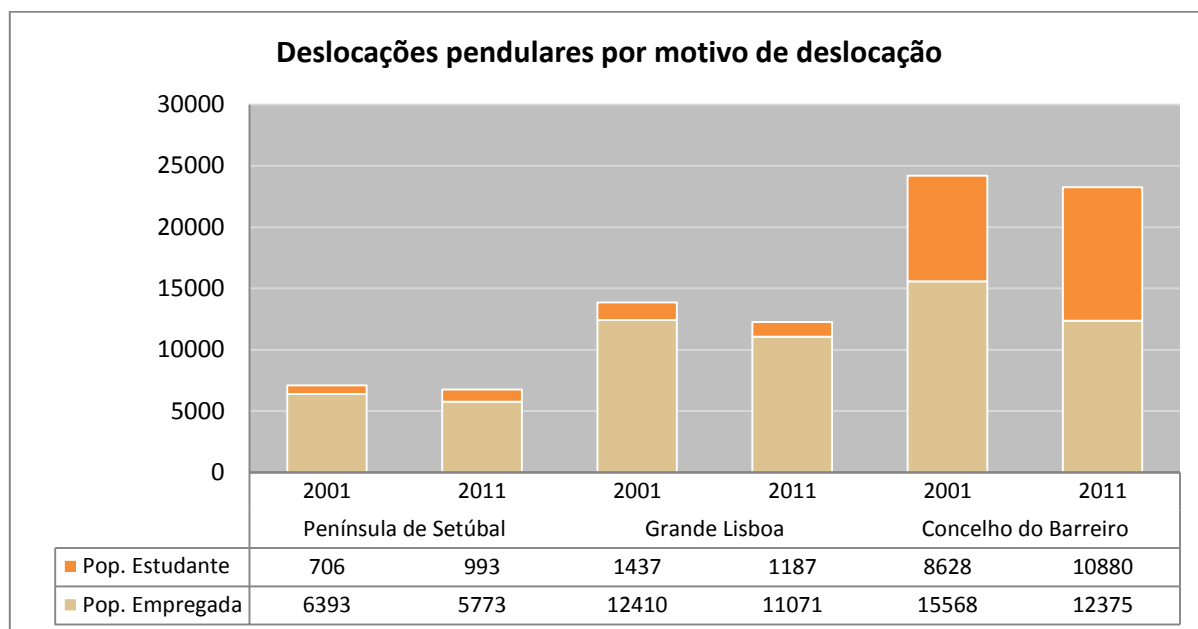


Figura 5.2. Evolução das deslocações com origem no concelho do Barreiro por motivo de deslocação e por destino
Adaptado de INE (2011d)

De um modo geral, as deslocações pendulares dos estudantes com origem no concelho do Barreiro e destino na Grande Lisboa e noutros concelhos da Península de Setúbal são pouco significativas, pelo menos quando comparadas com as deslocações da população empregada. Em 2011, a grande maioria das deslocações da população estudante ocorreu no próprio concelho (83,3%), sendo que a maior parte da população empregada se deslocou, no entanto, para a Grande Lisboa e outros concelhos da Península de Setúbal (57,6%).

Entre 2001 e 2011, o número de deslocações pendulares diminuiu. Nota-se que o número de estudantes cujas deslocações são realizadas no próprio concelho aumentou, representando estas quase metade das deslocações realizadas no mesmo (46,8%) no ano de 2011. Também os movimentos pendulares de estudantes em direcção a outros concelhos da Península de Setúbal aumentaram. Tal ocorreu de forma menos acentuada, tendo ainda assim contribuído para que a proporção destas deslocações ultrapassasse a das mesmas em direcção à Grande Lisboa onde a proporção de movimentos pendulares de estudantes diminuiu.

No gráfico da Figura 5.3 pode observar-se a evolução da distribuição modal de todas as deslocações pendulares com origem no concelho do Barreiro entre 2001 e 2011.

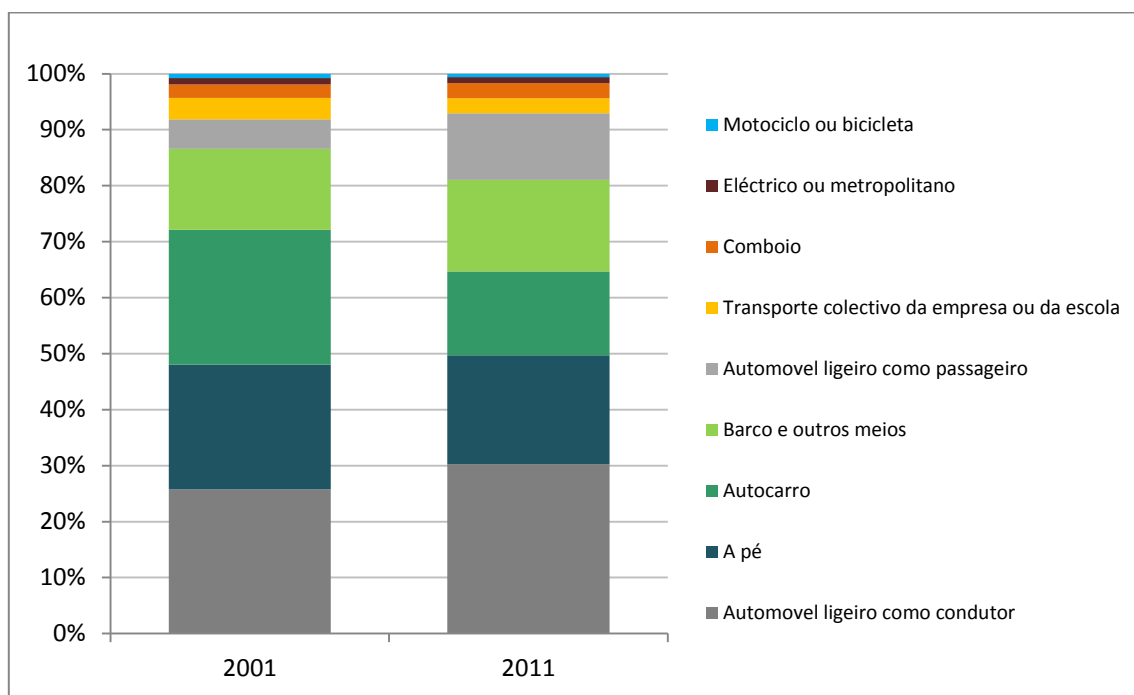


Figura 5.3. Evolução da distribuição modal de todas as deslocações pendulares com origem no concelho do Barreiro entre 2001 e 2011
Adaptado de INE (2011d)

O automóvel ligeiro é o modo de transporte mais usado nas deslocações pendulares tanto em 2001 como em 2011. Na condição de condutor, a sua proporção de utilização no total das deslocações pendulares é de 25,7% em 2001 e de 30,3% em 2011. Também a percentagem de deslocações realizadas enquanto passageiro de um automóvel ligeiro aumentou no mesmo período, passando de 5,3% para 11,9%. Se por um lado a utilização crescente do automóvel ligeiro implica um maior consumo energético no sector dos transportes, por outro lado o aumento do número de deslocações realizadas enquanto passageiro é indicativo de taxas de ocupação maiores, o que se pode traduzir numa melhoria da eficiência energética deste modo de transporte. O aumento verificado na utilização do automóvel ligeiro nos movimentos pendulares do concelho do Barreiro, que em 2011 totalizava 42,2%, acompanha a tendência de aumento nacional, mantendo-se ainda assim abaixo da média nacional (61,6%), da média da Grande Lisboa (54,2%) e da média da Península de Setúbal (53,5%), segundo dados do INE (INE 2011b).

Na última década os modos de transporte que viram a sua proporção de utilização aumentar, para além do automóvel ligeiro, foram o transporte fluvial (principal representante da categoria *Barco e outros meios*) e o transporte ferroviário. Enquanto a diferença de utilização do primeiro, entre 2001

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

e 2011, foi de 1,9% (considerando o total de deslocações com origem no concelho), a diferença de utilização do segundo foi de apenas 0,3%. Esta tendência é contrária à nacional.

O meio de transporte cuja variação foi mais acentuada neste período, embora numa tendência decrescente, foi o autocarro, tendo passado de uma proporção de utilização de 24,1% em 2001 para 15% em 2011. Tal decréscimo posiciona o autocarro na quarta posição dos meios de transporte mais utilizados nas deslocações com origem no concelho do Barreiro, em 2011, tendo ocupado a segunda posição em 2001. A redução do uso do autocarro é uma tendência que se verifica tanto no concelho do Barreiro como a nível nacional. No entanto, enquanto que a nível nacional o autocarro se mantém como o transporte público mais utilizado, tendo a sua representação diminuído apenas 4%, a diminuição ocorrida na última década no concelho do Barreiro, cerca de 9%, levou a que a crescente utilização do barco ultrapassasse a utilização do autocarro nas deslocações pendulares (INE, 2011c).

O segundo modo de transporte cuja proporção de utilização mais diminuiu entre 2001 e 2011, passando de 22,3% para 19,4%, foi a caminhada. Apesar disto, a caminhada tornou-se no segundo modo de transporte mais utilizado em 2011, tendo ocupado a terceira posição em 2001. A representação da utilização de transportes colectivos da empresa ou da escola, de motociclo ou bicicleta e de eléctrico ou metropolitano no mesmo período diminuiu de forma pouco significativa (1,1%, 0,1% e 0,1%, respectivamente), representando regra geral uma fracção desprezável das deslocações pendulares com origem no concelho do Barreiro.

Na análise inicial dos movimentos pendulares consideraram-se todas as deslocações com origem no concelho do Barreiro, tendo-se verificado que as deslocações para concelhos que não os da Grande Lisboa e da Península de Setúbal são, actualmente, negligenciáveis. Nesta fase, seleccionaram-se aqueles concelhos que dentro da Grande Lisboa e da Península de Setúbal geram a maior parte das deslocações pendulares. O concelho de Lisboa recebe 95,5% dos estudantes que se deslocam para a Grande Lisboa e 84,8% da população empregada. Na Península de Setúbal, são os concelhos da Moita, Palmela e Setúbal que atraem a maioria das deslocações pendulares, perfazendo no total cerca de 65% das deslocações da população empregada e aproximadamente 70% das deslocações de estudantes.

Os gráficos das Figuras 5.5, 5.7, 5.9 e 5.11 mostram a evolução da distribuição modal das deslocações com origem no concelho do Barreiro e destino nos principais concelhos de deslocação – Lisboa, Moita, Palmela e Setúbal, respectivamente. Devido à diferença acentuada entre as deslocações da população empregada e estudante considerou-se relevante acompanhar os gráficos anteriores com os respectivos gráficos dos movimentos pendulares. Assim, as Figuras 5.4, 5.6, 5.8 e 5.10 dizem respeito ao número de deslocações realizadas com destino nos mesmos concelhos.

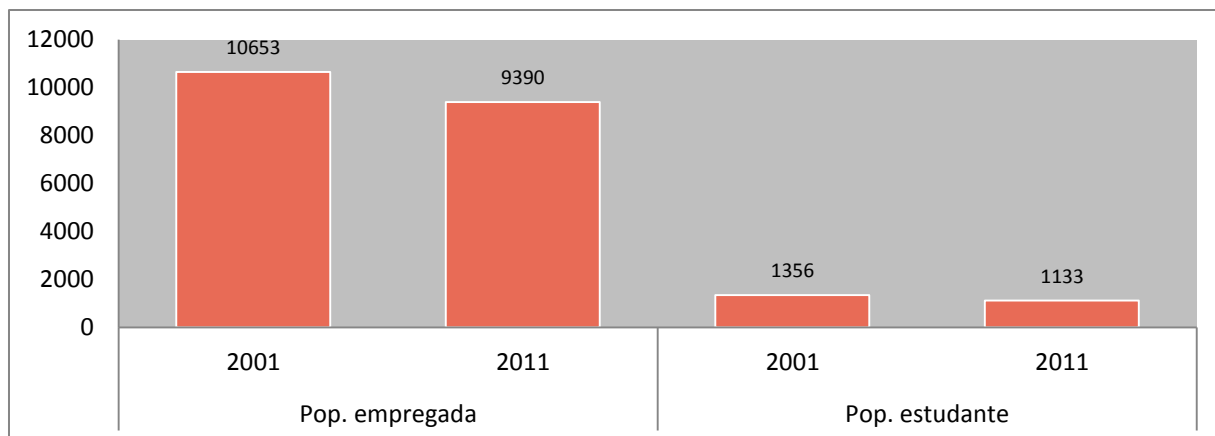


Figura 5.4. Movimentos pendulares com origem no concelho do Barreiro e destino no concelho de Lisboa
Adaptado de INE (2011d)

Após a observação do gráfico da Figura 5.2, a desigualdade que se observa agora (Figura 5.4) entre as deslocações da população empregada e estudante com origem no concelho do Barreiro e destino no concelho de Lisboa era previsível uma vez que este concelho é o responsável maioritário pelas deslocações em direcção à Grande Lisboa. Entre 2001 e 2011 os movimentos pendulares da população empregada e estudante com origem no concelho do Barreiro e destino no concelho de Lisboa diminuíam 12% e 16%, respectivamente.

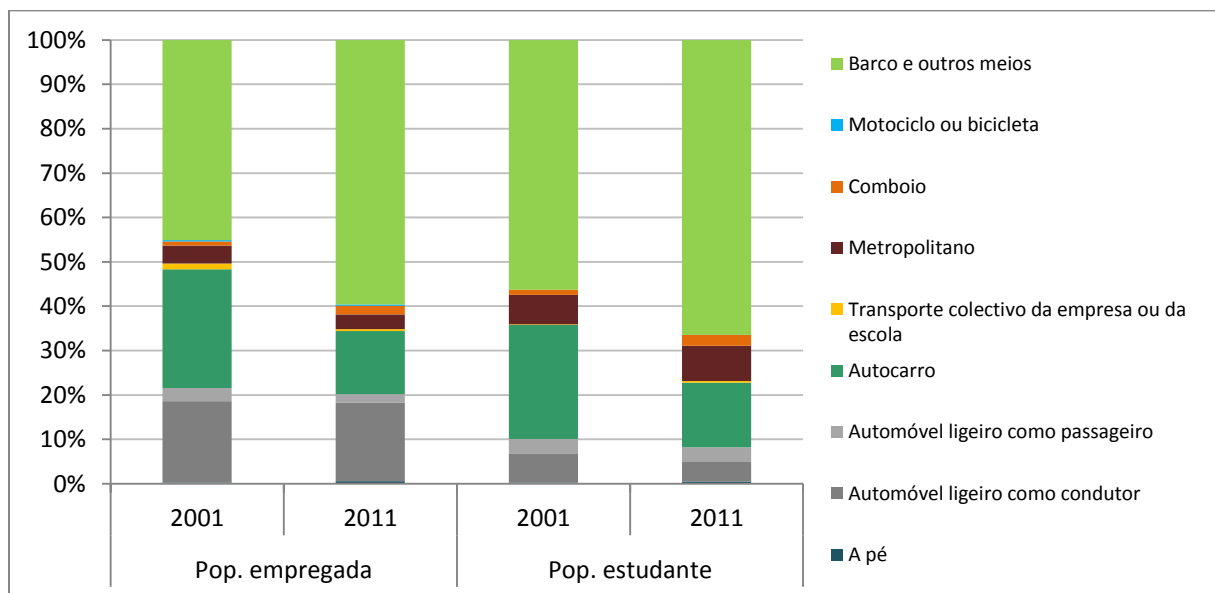


Figura 5.5. Evolução da distribuição modal das deslocações com origem no concelho do Barreiro e destino no concelho de Lisboa
Adaptado de INE (2011d)

Facilmente se verifica que o principal modo de transporte utilizado quer nas deslocações da população empregada, quer nas deslocações de estudantes para o concelho de Lisboa é o barco,

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

tendo a sua proporção de utilização aumentado entre 2001 e 2011. Este aumento é o principal responsável pela evolução observada na distribuição modal no total de deslocações pendulares com origem do concelho relativamente ao uso do barco (Figura 5.3) uma vez que em mais nenhum destino este se assume como um modo relevante. A significativa expressão dos movimentos realizados de barco entre os dois concelhos deve-se à possibilidade de uma ligação directa entre ambos providenciada pelos terminais fluviais existentes tanto no Barreiro como em Lisboa.

Pelo contrário, a proporção de utilização do autocarro diminuiu nos dois tipos de deslocação. Como já se referiu, esta é uma tendência verificada a nível nacional. Enquanto esta diminuição mantém o autocarro como o segundo modo de transporte mais utilizado pela população estudante, no que diz respeito à população empregada verifica-se que esta posição foi ocupada, em 2011, pelo automóvel ligeiro, remetendo o autocarro para o terceiro modo mais utilizado.

Nas deslocações de estudantes para o concelho de Lisboa é o metropolitano que constitui o terceiro modo de transporte mais utilizado, tendo aumentado a sua proporção de utilização entre 2001 e 2011, e o automóvel ligeiro o quarto. É de notar ainda que a proporção da utilização do comboio aumentou ligeiramente para os dois tipos de deslocação.

Apesar da diminuição na utilização do autocarro, a procura geral de transporte público, aumentou, totalizando, em 2011, 92% dos movimentos de estudantes e 80% dos movimentos da população empregada. Pode afirmar-se então que as deslocações pendulares com destino no concelho de Lisboa se realizam maioritariamente através de modos energeticamente eficientes.

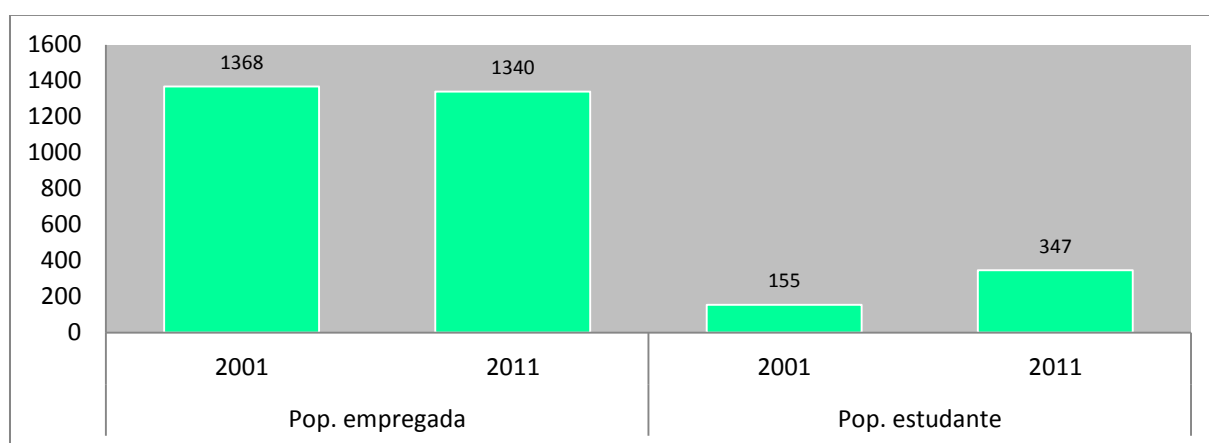


Figura 5.6. Movimentos pendulares com origem no concelho do Barreiro e destino no concelho da Moita
Adaptado de INE (2011d)

Relativamente às deslocações realizadas com origem no concelho do Barreiro e destino no concelho da Moita, a desigualdade que se observa na Figura 5.6 entre os movimentos da população empregada e da população estudante era também previsível. Em particular, verifica-se que as

deslocações de estudantes seguiram a tendência das mesmas em direcção à Península de Setúbal (Figura 5.2), tendo aumentado entre 2001 e 2011. A sua variação foi de 124%, tendo as deslocações da população empregada diminuído apenas 2%.

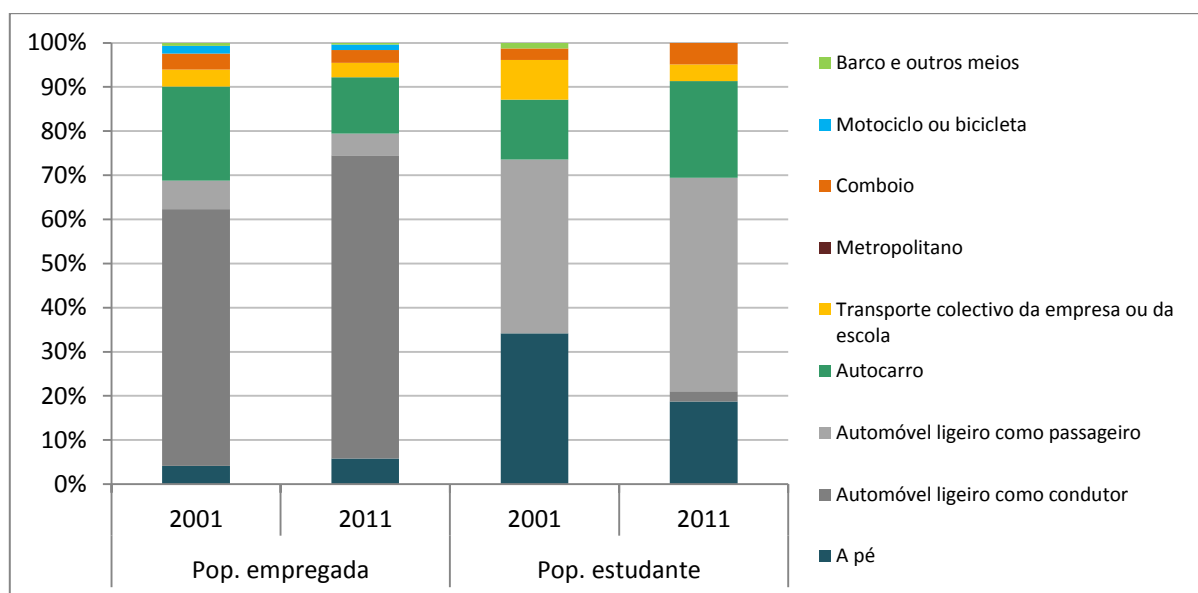


Figura 5.7. Evolução da distribuição modal das deslocações com origem no concelho do Barreiro e destino no concelho da Moita
Adaptado de INE (2011d)

Quanto à evolução da distribuição modal das deslocações pendulares com destino no concelho da Moita, verifica-se que a proporção do automóvel aumentou entre 2001 e 2011. Relativamente aos movimentos da população empregada, tal ocorreu com principal prejuízo da utilização do autocarro, que diminuiu neste período. Contudo, a proporção de utilização deste modo de transporte nas deslocações pendulares de estudantes aumentou, tendo diminuído o modo pedonal.

Actualmente, o modo de transporte mais utilizado tanto pela população empregada como pela população estudante é o automóvel, embora o seja em diferentes condições. Isto é, a população empregada utiliza o automóvel ligeiro principalmente enquanto condutor, sendo que a população de estudantes o faz essencialmente na condição de passageiro.

A estrutura da distribuição modal das deslocações pendulares com destino no concelho da Moita é muito diferente da observada para o concelho de Lisboa. Neste caso, o automóvel é, em 2011, utilizado em cerca de 75% dos movimentos da população empregada e em aproximadamente 50% dos movimentos dos estudantes. Estes valores são superiores aos de 2001. O aumento de utilização de transportes públicos por parte da população estudante não ocorreu em detrimento do uso do automóvel ligeiro, mas do modo pedonal, e o aumento do uso do automóvel ligeiro pela população

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

empregada deu-se a par com a diminuição do recurso ao transporte público. Tal significa que as deslocações para o concelho da Moita se tornaram menos eficientes em termos energéticos.

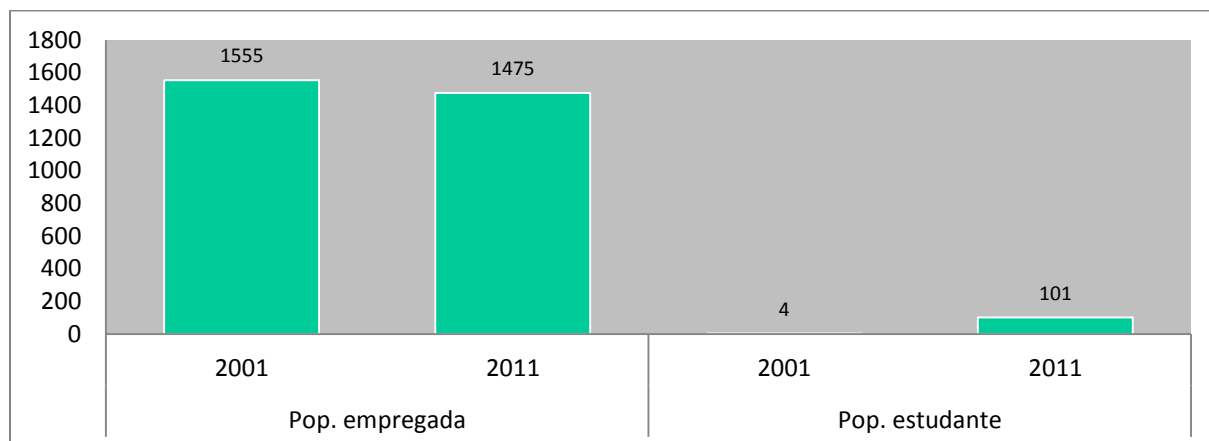


Figura 5.8. Movimentos pendulares com origem no concelho do Barreiro e destino no concelho de Palmela
Adaptado de INE (2011d)

Assim como verificado para os concelhos de Lisboa e da Moita, também os movimentos pendulares da população empregada realizados em direcção ao concelho de Palmela são visivelmente superiores aos realizados pela população estudante. À semelhança das deslocações com destino no concelho da Moita, os movimentos pendulares dos estudantes aumentaram entre 2001 e 2011, passando de apenas 4 movimentos para 101. As deslocações da população empregada diminuíram apenas 5%.

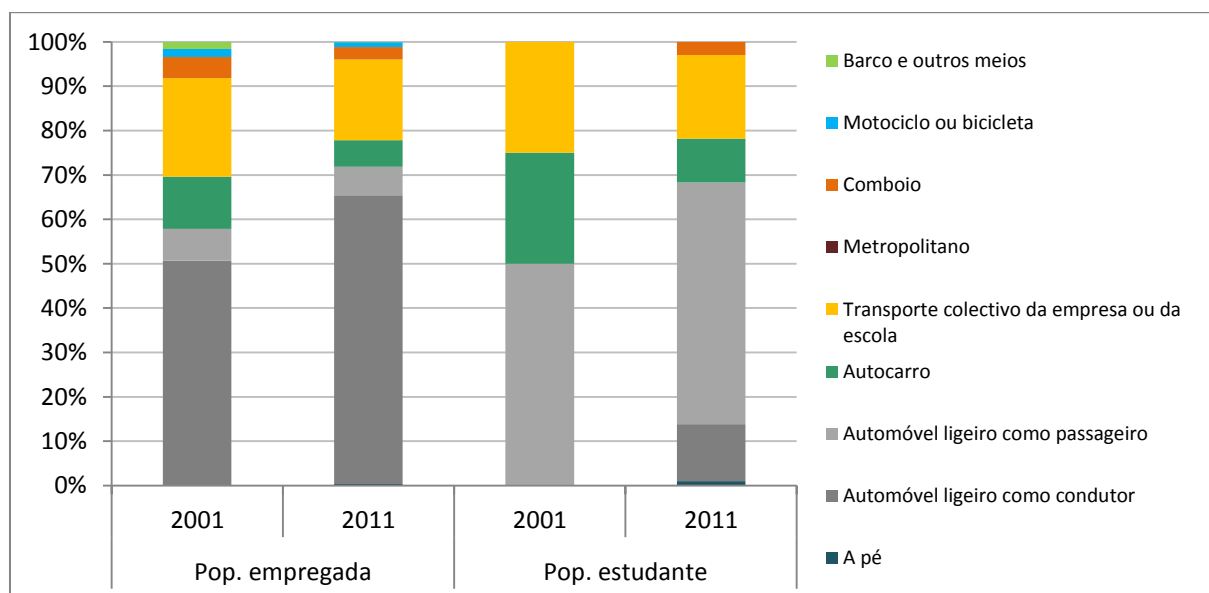


Figura 5.9. Evolução da distribuição modal das deslocações com origem no concelho do Barreiro e destino no concelho de Palmela
Adaptado de INE (2011d)

A forma como a população empregada e a população estudante utilizam o automóvel ligeiro nas deslocações com destino ao concelho de Palmela é semelhante àquela praticada nas deslocações para o destino da Moita. No entanto, entre 2001 e 2011 verifica-se um aumento significativo na utilização do automóvel ligeiro enquanto condutor por parte da população estudante (13%).

A distribuição modal das deslocações da população empregada manteve-se semelhante, entre 2001 e 2011, no que concerne à sua estrutura, ou seja, neste período o automóvel ligeiro manteve-se como o modo de transporte mais utilizado, seguindo-se do transporte colectivo da empresa ou da escola, do autocarro e do comboio. No entanto, as proporções de utilização destes últimos diminuíram na última década, tendo a utilização do automóvel ligeiro aumentado. O mesmo aconteceu nas deslocações de estudantes, sendo que a utilização do transporte colectivo da empresa ou da escola superou a do autocarro, em 2011.

Enquanto que a distribuição modal das deslocações pendulares em direcção ao concelho de Lisboa e da Moita eram deveras distintas, nomeadamente no que diz respeito à proporção entre a utilização de automóvel ligeiro e do transporte público, a estrutura da distribuição modal dos movimentos com destino a Palmela assemelha-se à do concelho da Moita. Em 2011, a proporção de utilização do automóvel ligeiro é de cerca de 72% no que diz respeito aos movimentos da população empregada e de 68% dos movimentos dos estudantes, tendo diminuindo nos dois casos a proporção de utilização dos transportes públicos. Também em direcção ao concelho de Palmela as deslocações assumiram na última década um rumo menos sustentável, em termos energéticos e ambientais.

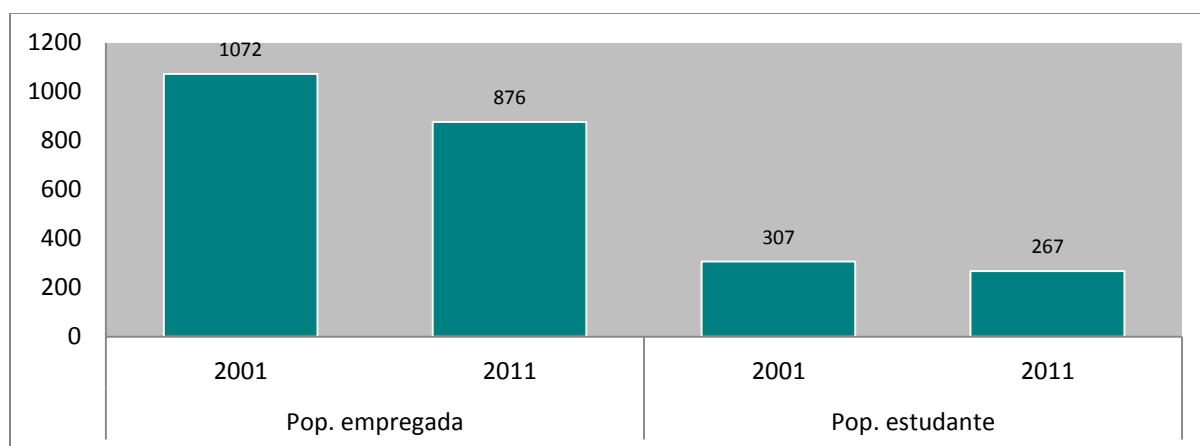


Figura 5.10. Movimentos pendulares com origem no concelho do Barreiro e destino no concelho de Setúbal
Adaptado de INE (2011d)

Os movimentos pendulares da população empregada e estudante com destino ao concelho de Setúbal não são tão díspares como os realizados para os concelhos anteriores, sendo que a população empregada é ainda assim a principal responsável pelas deslocações pendulares entre o

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

concelho do Barreiro e o de Setúbal. Ao contrário do que aconteceu com os concelhos da Moita e de Palmela, as deslocações da população estudante diminuíram entre 2001 e 2011. A sua variação foi de 13%, tendo as deslocações da população empregada diminuído cerca de 18%.

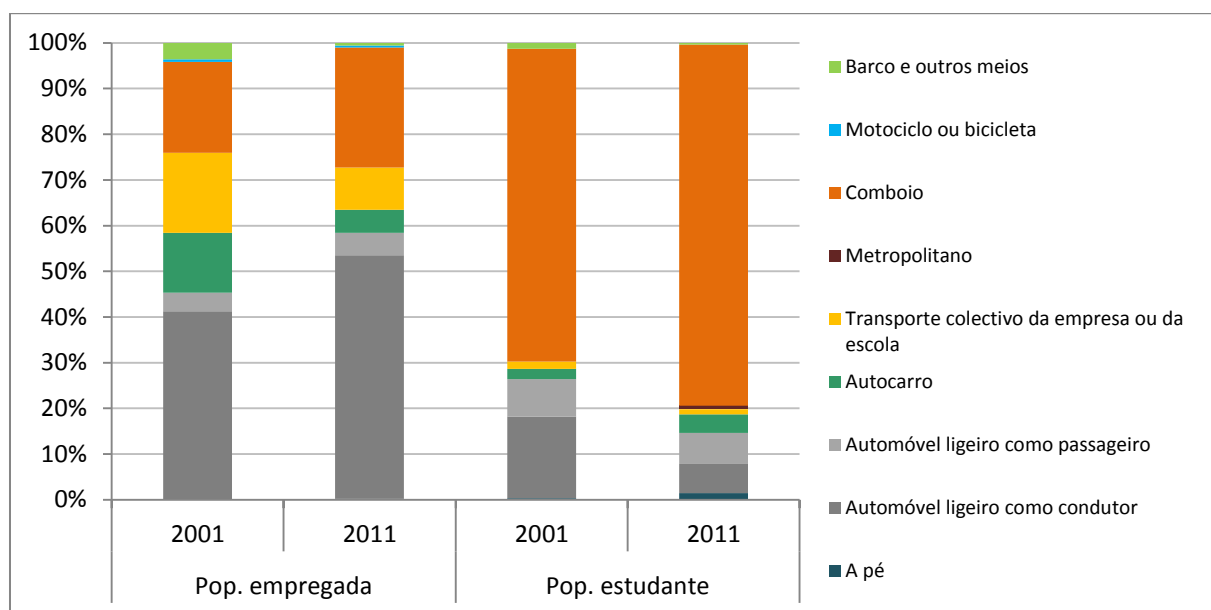


Figura 5.11. Evolução da distribuição modal das deslocações com origem no concelho do Barreiro e destino no concelho de Setúbal
Adaptado de INE (2011d)

As deslocações pendulares realizadas para o concelho de Setúbal apresentam uma distribuição modal com uma estrutura bem distinta consoante se refere a população empregada ou a população estudante. Enquanto o modo de transporte mais utilizado pela primeira tem sido o automóvel ligeiro, tanto em 2001 como em 2011, a população estudante utilizou o comboio na grande maioria das suas deslocações, em ambos os anos. A proporção da utilização do modo de transporte mais utilizado aumentou na última década para os dois tipos de deslocação.

Apesar da população empregada se deslocar maioritariamente de automóvel verifica-se um aumento na proporção de deslocações realizadas de comboio. No que diz respeito ao recurso ao transporte público, este aumento permitiu equilibrar o decréscimo da utilização do autocarro. Actualmente o autocarro é um meio de transporte pouco significativo tanto nas deslocações pendulares da população empregada como dos estudantes para o concelho de Setúbal. Já o aumento da proporção de utilização do comboio nas deslocações de estudantes deu-se a par com uma diminuição na utilização do automóvel ligeiro, principalmente na condição de condutor.

A distribuição modal dos movimentos pendulares em direcção ao concelho de Setúbal é por sua vez distinta das verificadas para os outros concelhos. A variação destas consoante o destino vem assim

demonstrar a importância que a existência de infra-estruturas de transporte público tem nas ligações interconcelhias. De facto, as deslocações pendulares com origem no concelho do Barreiro e destino no concelho de Lisboa, por exemplo, são maioritariamente realizadas de barco devido à existência do terminal rodo-ferro-fluvial do Barreiro que estabelece uma ligação directa entre os dois concelhos. No caso das deslocações com destino a Setúbal, o comboio assume cada vez mais uma expressão significativa nos movimentos pendulares da população empregada, tendo a sua utilização evoluído nos últimos dez anos de cerca de 20% para 27%, ao mesmo tempo que constitui o modo de transporte mais utilizado pela população estudante, aproximadamente 80% em 2011. A ligação entre o concelho do Barreiro e o concelho de Setúbal é assegurada pela Linha do Sado da CP.

Nos próximos dois gráficos (Figura 5.12 e Figura 5.13) a mesma análise foi realizada em relação às deslocações pendulares com origem e destino no concelho do Barreiro. Assim, na Figura 5.12 podem observar-se os movimentos pendulares relativos a 2001 e 2011 e na Figura 5.13 mostra-se a evolução da distribuição modal entre os mesmos anos.

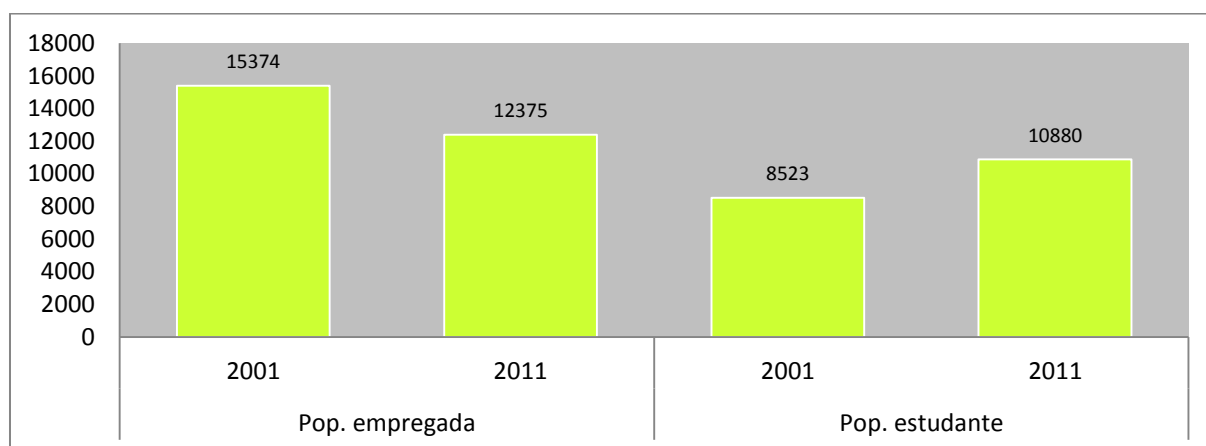


Figura 5.12. Movimentos pendulares com origem e destino no concelho do Barreiro
Adaptado de INE (2011d)

A proximidade dos volumes relativos às deslocações da população empregada e estudante com origem e destino no concelho do Barreiro foi já mostrada no gráfico da Figura 5.2. Entre 2001 e 2011 os movimentos pendulares da população empregada com origem no concelho do Barreiro e destino no concelho de Lisboa diminuíam cerca de 20%, tendo os da população estudante aumentado em cerca de 28%.

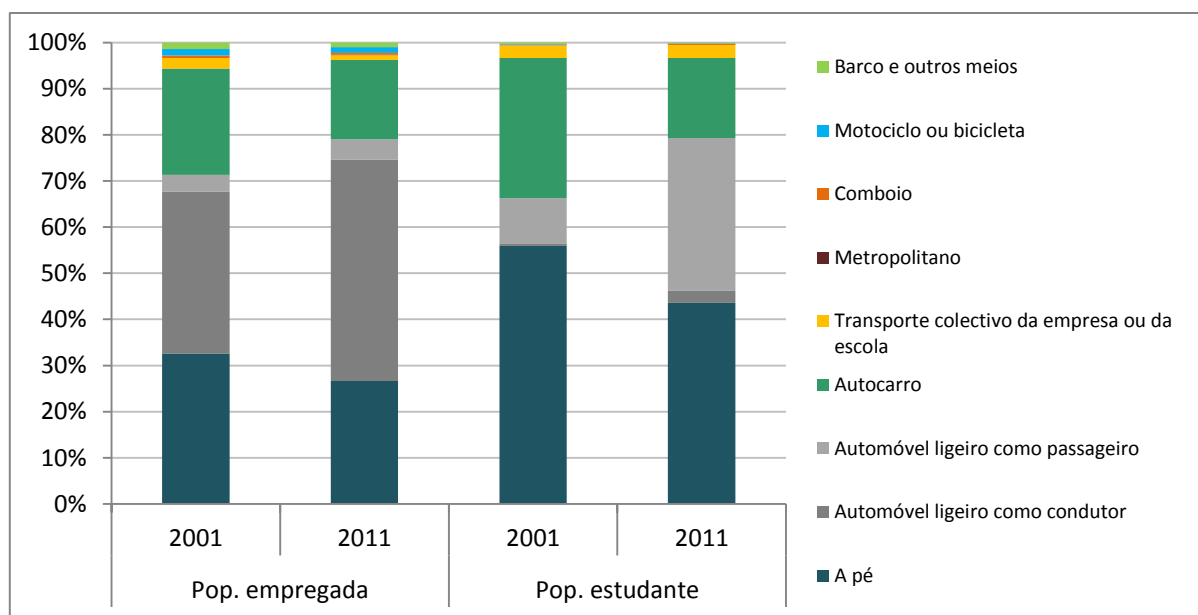


Figura 5.13. Evolução da distribuição modal das deslocações com origem e destino no concelho do Barreiro
Adaptado de INE (2011d)

Enquanto a população empregada recorre maioritariamente ao automóvel ligeiro nas suas deslocações, o modo de transporte mais utilizado pela população estudante é o modo pedonal. A proporção da utilização do automóvel ligeiro aumentou nos dois tipos de deslocação, sendo que a população empregada é principalmente condutora e a população estudante passageira. O autocarro foi em ambos os casos, em 2001 e 2011, o terceiro modo de transporte mais utilizado, tendo a sua proporção de utilização diminuído em 2011. O mesmo aconteceu com o modo pedonal que é o segundo modo de transporte mais utilizado nas deslocações pendulares.

Apesar do transporte público, maioritariamente representado pelo autocarro nas deslocações dentro do próprio concelho, ter diminuído, a utilização deste juntamente com o modo pedonal equilibra ainda o aumento verificado na utilização do automóvel ligeiro nos movimentos pendulares. No entanto, a evolução da distribuição modal mostra que a população do concelho depende cada vez mais do automóvel, o modo de transporte energeticamente menos eficiente, nas suas deslocações pendulares dentro do próprio concelho.

Contudo, a utilização relativa de cada um dos meios de transporte difere no interior do concelho, consoante a posição geográfica e a existência de infra-estruturas de transporte. Procede-se assim à análise da distribuição modal das deslocações pendulares de cada freguesia. No gráfico da Figura 5.14 podem observar-se os movimentos pendulares relativos a 2001 e 2011 com origem em cada freguesia do concelho do Barreiro e destino nos principais concelhos geradores de deslocações e no

próprio concelho. Na Figura 5.15 pode observar-se a evolução da distribuição modal de cada freguesia referente a estas mesmas deslocações entre 2001 e 2011.

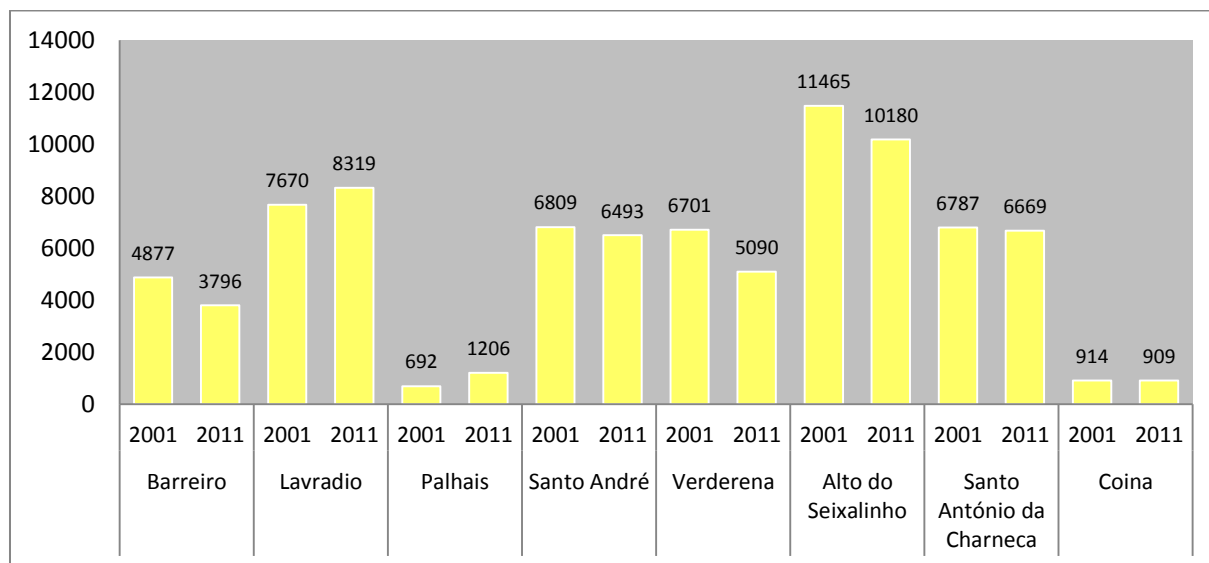


Figura 5.14. Movimentos pendulares com origem no concelho do Barreiro e destino nos concelhos de Lisboa, Moita, Palmela e Setúbal e no próprio concelho por freguesia
Adaptado de INE (2011d)

As freguesias de Palhais e Coina, menos populosas, geram um número de movimentos pendulares deveras reduzido quando em comparação com as outras freguesias do concelho. Verifica-se ainda que as deslocações pendulares diminuíram em todas as freguesias excepto nas freguesias do Lavradio e de Palhais entre 2001 e 2011, tendo os movimentos pendulares com origem no concelho do Barreiro diminuído aproximadamente 7% neste período.

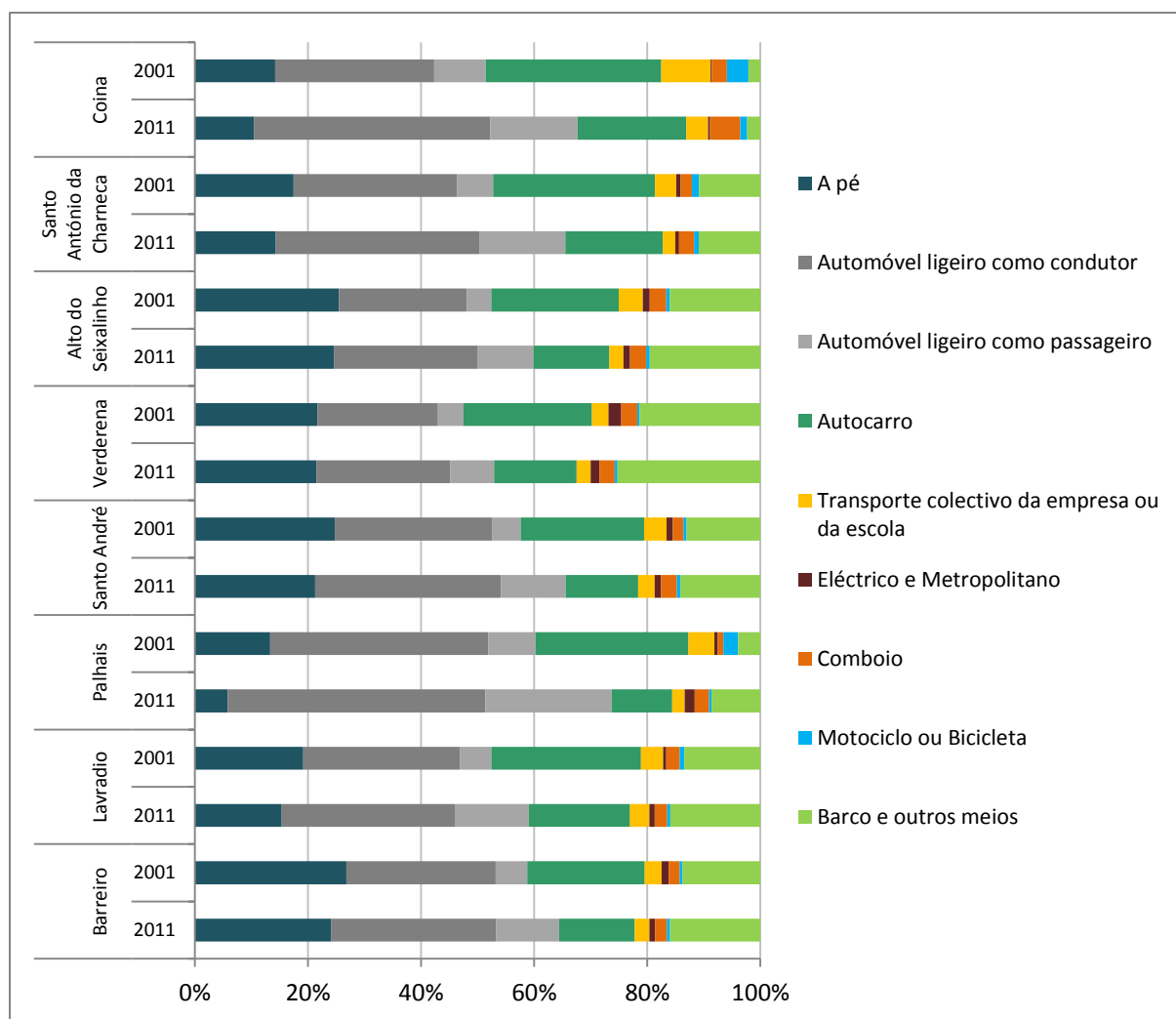


Figura 5.15. Evolução da distribuição modal de cada freguesia do concelho do Barreiro entre 2001 e 2011
Adaptado de INE (2011d)

Verifica-se que a proporção de utilização do automóvel ligeiro, tanto enquanto condutor como passageiro, aumentou na última década em todas as freguesias. No primeiro caso, este aumento foi superior nas freguesias de Coima (13,7%), Santo António da Charneca (7,1%), Palhais (7%) e Santo André (5,1%), tendo sido na freguesia de Verderena que este aumento foi menor (2,3%). No segundo caso, foi em Palhais que se verificou o maior aumento (13,9%), seguido de Santo António da Charneca (8,8%) e Lavradio (7,5%), verificando-se o menor aumento também na freguesia de Verderena (3,3%). As principais freguesias responsáveis pelo aumento da utilização do automóvel nas deslocações pendulares com origem no concelho do Barreiro foram, assim, as freguesias perirubanas: Palhais (20,9%), Coima (20%) e Santo António da Charneca (15,9%).

Embora de uma forma mais reduzida, também a proporção de utilização de *Barco e outros meios*, cuja principal componente é o barco, aumentou nas deslocações de todas as freguesias. Foi na freguesia de Palhais que ocorreu a maior variação (4,7%), seguindo-se as freguesias de Verderena

(3,9%) e do Alto do Seixalinho (3,5%). As freguesias cuja variação foi menor foram Santo António da Charneca (0,1%) e Coina (0,2%), aquelas cuja distância ao terminal rodo-ferro-fluvial do Barreiro é maior.

Por outro lado, a proporção de utilização do modo pedonal enquanto principal modo de deslocação diminuiu na última década em todas as freguesias, tendo a maior variação ocorrido na freguesia de Palhais (7,5%), seguida das freguesias do Lavradio e de Coina (3,8%), e a menor na freguesia de Verderena (0,1%). O mesmo ocorreu com o autocarro e com o transporte colectivo da empresa ou da escola. No primeiro caso a diminuição foi mais acentuada, variando entre 7,4% na freguesia do Barreiro e 16,3% na freguesia de Palhais. A freguesia de Coina (11,8%) e a de Santo António da Charneca (11,4%) foram as freguesias onde se registou o maior decréscimo, a seguir à freguesia de Palhais. Assim, a par do maior aumento na utilização do automóvel ligeiro, foi também nas freguesias periurbanas que se deu a maior diminuição do uso do autocarro nas deslocações pendulares com origem no concelho do Barreiro.

Relativamente à proporção de utilização do comboio, esta aumentou na última década na maioria das freguesias – Coina, Santo António da Charneca, Alto do Seixalinho, Santo André, Palhais e Barreiro – tendo diminuído apenas nas freguesias de Verderena e Lavradio. Contudo, nota-se que estas variações se deram de uma forma muito pouco acentuada, tendo o maior aumento ocorrido na freguesia de Coina (2,8%) e o maior decréscimo na freguesia do Lavradio (0,2%).

A proporção de utilização de eléctrico ou metropolitano enquanto principal modo de transporte nas deslocações com origem no concelho do Barreiro aumentou apenas em três das oito freguesias – Lavradio, Palhais e Coina. Mais uma vez, apesar da variação observada, o seu significado é pouco expressivo. A utilização de motociclos e bicicletas diminuiu entre 2001 e 2011 em todas as freguesias, sendo que naquelas freguesias em que ainda assim se verificou um aumento da sua proporção de utilização este pode considerar-se negligenciável.

Nos gráficos das Figuras 5.16, 5.17, 5.18 e 5.19 apresenta-se a distribuição modal de cada freguesia consoante o destino – Lisboa, Moita, Palmela e Setúbal, respectivamente. Esta análise é indicativa das opções de deslocação mais favoráveis em cada freguesia uma vez que permite comparar as diferentes freguesias tendo como base o mesmo destino.

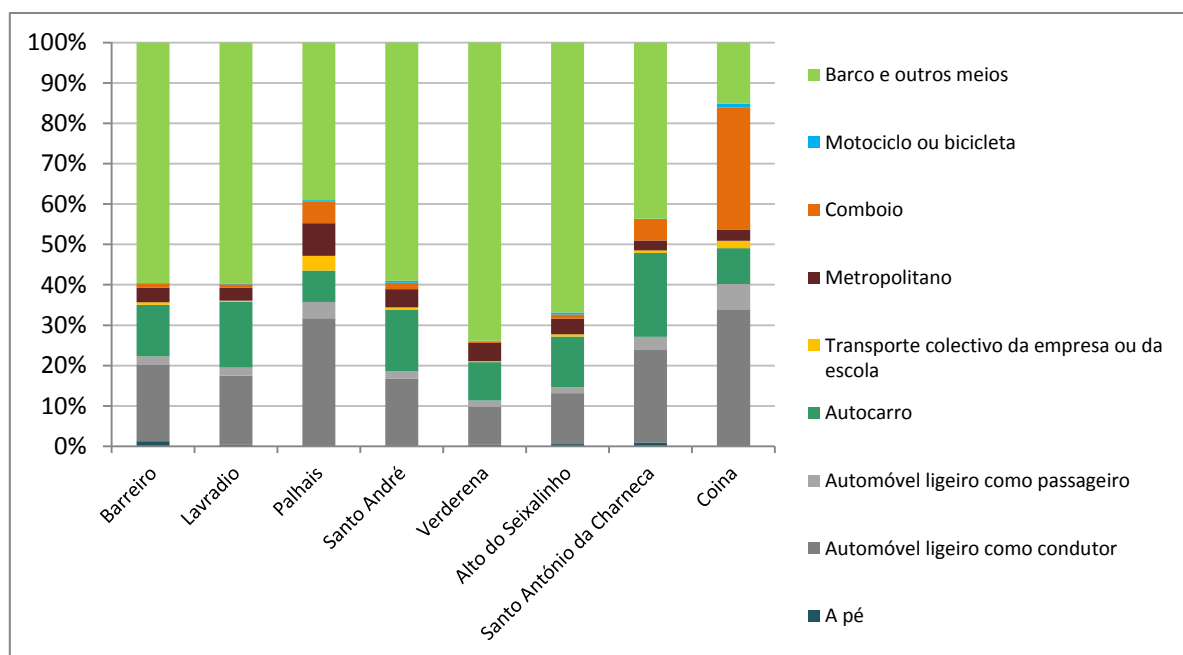


Figura 5.16. Distribuição modal em 2011 das deslocações pendulares com origem nas diferentes freguesias do concelho do Barreiro e destino no concelho de Lisboa
Adaptado de INE (2011d)

Como já se tinha verificado, o barco (principal componente da categoria *Barco e outros meios*) é o modo de transporte mais utilizado nas deslocações pendulares e de estudantes para o concelho de Lisboa. É possível observar agora que as freguesias que mais contribuem para tal são a freguesia do Barreiro, Lavradio, Santo André, Verderena e Alto do Seixalinho. Já as deslocações da freguesia de Palhais realizadas de barco são equivalentes às realizadas de automóvel ligeiro e na freguesia de Coima o barco é apenas o terceiro modo de transporte mais utilizado nas deslocações pendulares.

Nestas duas freguesias, a dependência do automóvel ligeiro é maior, sendo que na freguesia de Coima é o comboio o segundo modo de transporte mais utilizado nas deslocações pendulares para o concelho de Lisboa. O que é expectável uma vez que em Coima se encontra uma das estações ferroviárias da Fertagus – o comboio da ponte. Assim, nas deslocações pendulares para o concelho de Lisboa são as freguesias periurbanas que apresentam as maiores proporções na utilização do automóvel ligeiro.

O autocarro constitui o terceiro modo de transporte mais utilizado nas deslocações pendulares das freguesias do Barreiro, Lavradio, Santo André, Verderena, Alto do Seixalinho e Santo António da Charneca com destino ao concelho de Lisboa, sendo que é também nas freguesias de Palhais e Coima que a sua proporção de utilização é inferior.

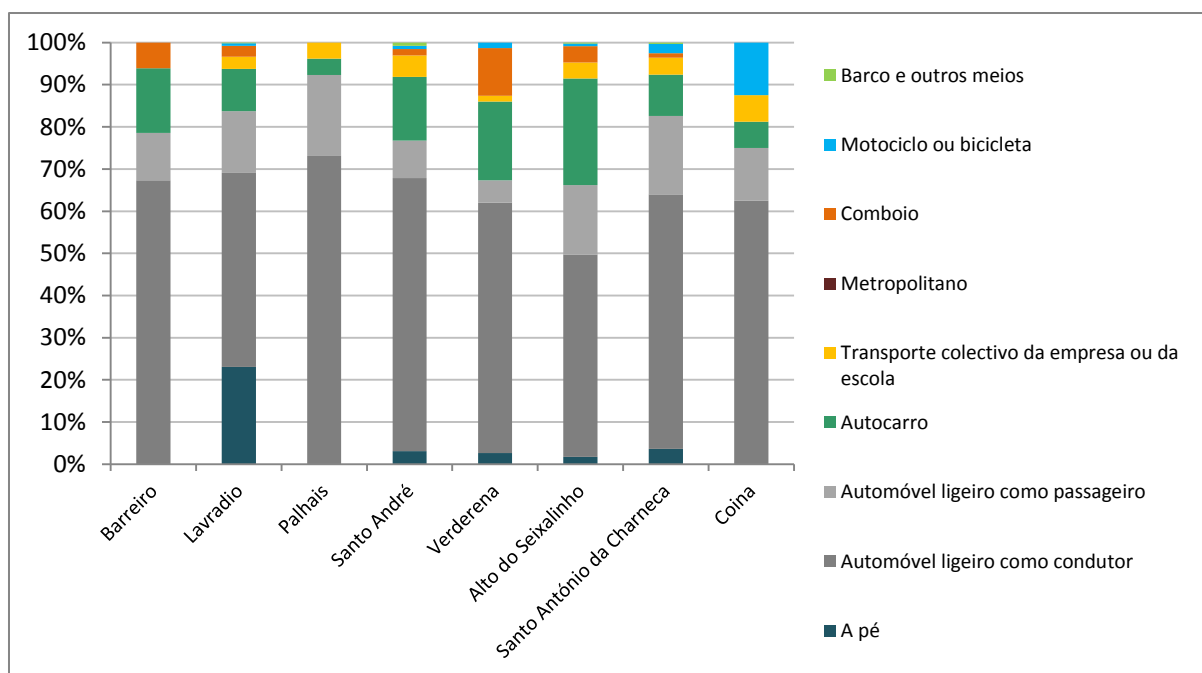


Figura 5.17. Distribuição modal em 2011 das deslocações pendulares com origem nas diferentes freguesias do concelho do Barreiro e destino no concelho da Moita
Adaptado de INE (2011d)

As proporções de utilização dos vários modos de transporte são mais oscilantes no que diz respeito às deslocações realizadas para o concelho da Moita, sendo no entanto evidente a dominância da utilização do automóvel ligeiro em todas as freguesias. Aquelas cuja dependência deste é superior são as freguesias de Palhais e Santo António da Charneca. Seguem-se as freguesias de Santo António da Charneca e Barreiro.

A freguesia do Lavradio apresenta uma proporção elevada de deslocações realizadas a pé, sendo a o modo pedonal o segundo modo de transporte mais utilizado nesta freguesia. Tal deve-se à contiguidade do seu espaço urbano com o do concelho da Moita.

Na maioria das freguesias – Barreiro, Santo André, Verderena, Alto do Seixalinho e Santo António da Charneca – o segundo modo de transporte mais utilizado é o autocarro, variando entre 10% no caso da última e 25% na freguesia do Alto do Seixalinho. Já a sua proporção nas freguesias de Palhais e de Coima é diminuta remetendo o autocarro para o terceiro e quarto modo mais utilizado, respectivamente. É de notar ainda a proporção de utilização do comboio nas deslocações pendulares da freguesia da Verderena para o concelho da Moita, e do motociclo a partir da freguesia de Coima.

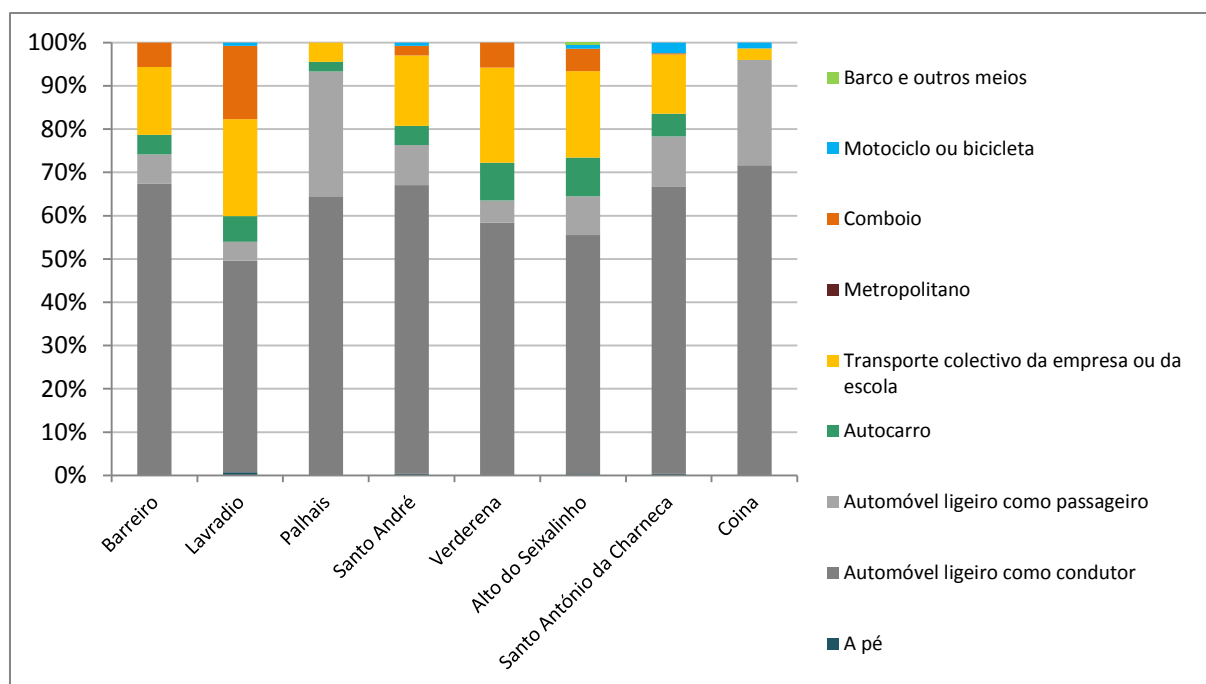


Figura 5.18. Distribuição modal em 2011 das deslocações pendulares com origem nas diferentes freguesias do concelho do Barreiro e destino no concelho de Palmela
Adaptado de INE (2011d)

Também nas deslocações pendulares para o concelho de Palmela o automóvel ligeiro é o modo de transporte mais utilizado em todas as freguesias, sendo particularmente dominante (com uma proporção de utilização superior a 90% do total de deslocações pendulares) nas freguesias de Coína e de Palhais. Segue-se a freguesia de Santo António da Charneca com uma proporção de 78%. O transporte colectivo da empresa ou da escola é o segundo modo de transporte mais utilizado em todas as freguesias, variando entre 3% no caso da freguesia de Coína e 22% nas freguesias de Verderena e Lavradio.

Nas freguesias do Barreiro e do Lavradio o terceiro modo de transporte mais utilizado nas deslocações para o concelho de Palmela é o comboio, o que provavelmente se deve à localização de duas estações da CP nestas freguesias que fazem a ligação entre os dois concelhos através da Linha do Sado da CP. É nas freguesias vizinhas – Verderena e Alto do Seixalinho – que se observam as segundas maiores proporções da utilização do comboio.

A proporção de utilização do autocarro nas deslocações entre qualquer uma das freguesias e o concelho de Palmela é inferior a 10% do total de deslocações realizadas.

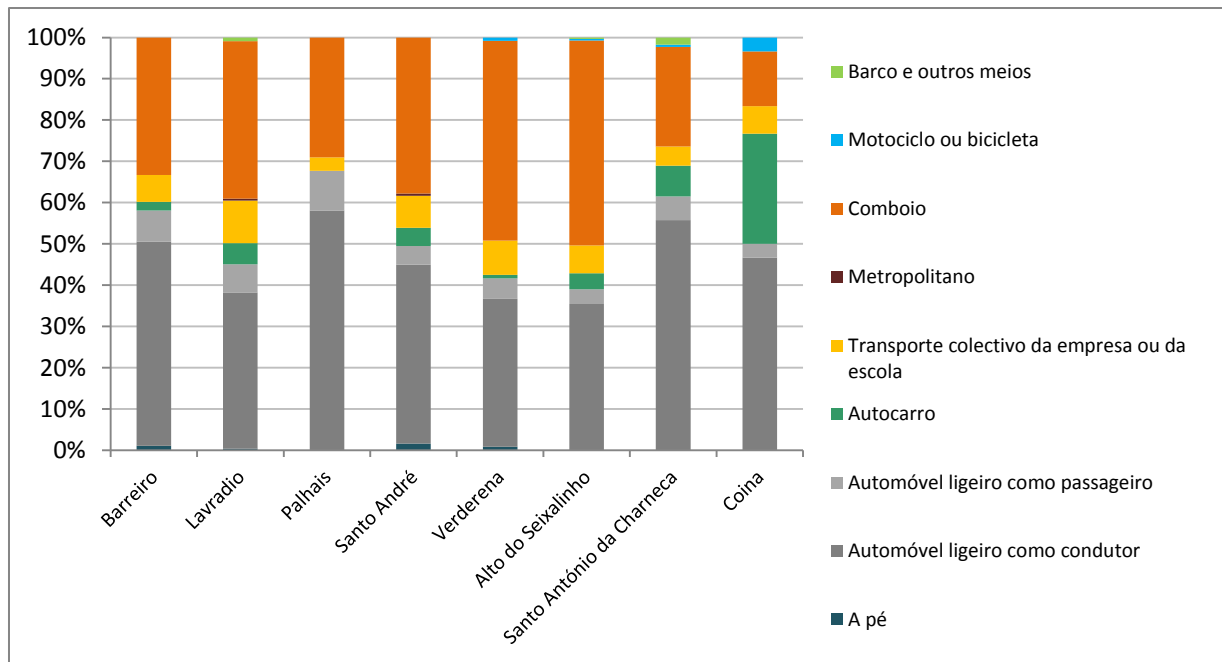


Figura 5.19. Distribuição modal em 2011 das deslocações pendulares com origem nas diferentes freguesias do concelho do Barreiro e destino no concelho de Setúbal
Adaptado de INE (2011d)

Embora a proporção de utilização do automóvel ligeiro seja dominante na maioria das freguesias – Barreiro, Lavradio, Palhais, Santo André, Santo António da Charneca e Coina – esta é significativamente inferior nas deslocações pendulares para o concelho de Setúbal quando em comparação com as realizadas para os concelhos da Moita e de Palmela. A utilização do automóvel ligeiro nas deslocações para o concelho de Setúbal é equilibrada pela utilização do comboio, sendo que a proporção de utilização do comboio é superior à do automóvel ligeiro nas freguesias da Verderena e do Alto do Seixalinho.

Verifica-se que, na freguesia de Coina e de Santo António da Charneca, é o autocarro o terceiro modo de transporte mais utilizado nas deslocações para Setúbal. No entanto, nas outras freguesias a proporção de utilização do transporte colectivo da empresa ou da escola é superior à do autocarro. As freguesias cuja dependência do automóvel ligeiro é superior são as freguesias de Palhais, Santo António da Charneca e Barreiro.

Antes de se apresentarem os gráficos referentes à distribuição modal das deslocações pendulares dentro do próprio concelho do Barreiro (Figuras 5.21 e 5.22), mostra-se o gráfico criado com a repartição das deslocações dentro da própria freguesia ou para outra freguesia do concelho para a população empregada e estudante (Figura 5.20).

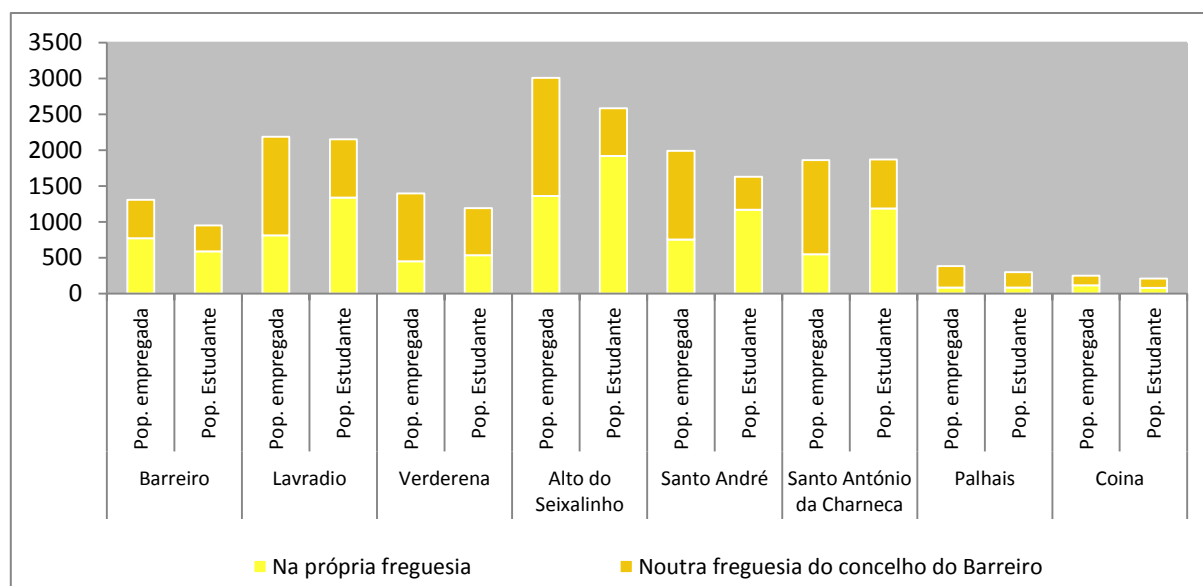


Figura 5.20. Deslocações das freguesias do concelho do Barreiro dentro do próprio concelho em 2011
Adaptado de INE (2011d)

Apenas na freguesia do Barreiro a maioria das deslocações ocorre na freguesia de residência para ambas as populações. Já na freguesia de Palhais dá-se o inverso. Nas freguesias do Lavradio, Verderena, Alto do Seixalinho, Santo André e Santo António da Charneca, a maior parte das deslocações da população estudante dá-se na própria freguesia enquanto a população empregada se desloca maioritariamente para outra freguesia do concelho. Pelo contrário, na freguesia de Coima é a população estudante que se desloca maioritariamente para outra freguesia do concelho.

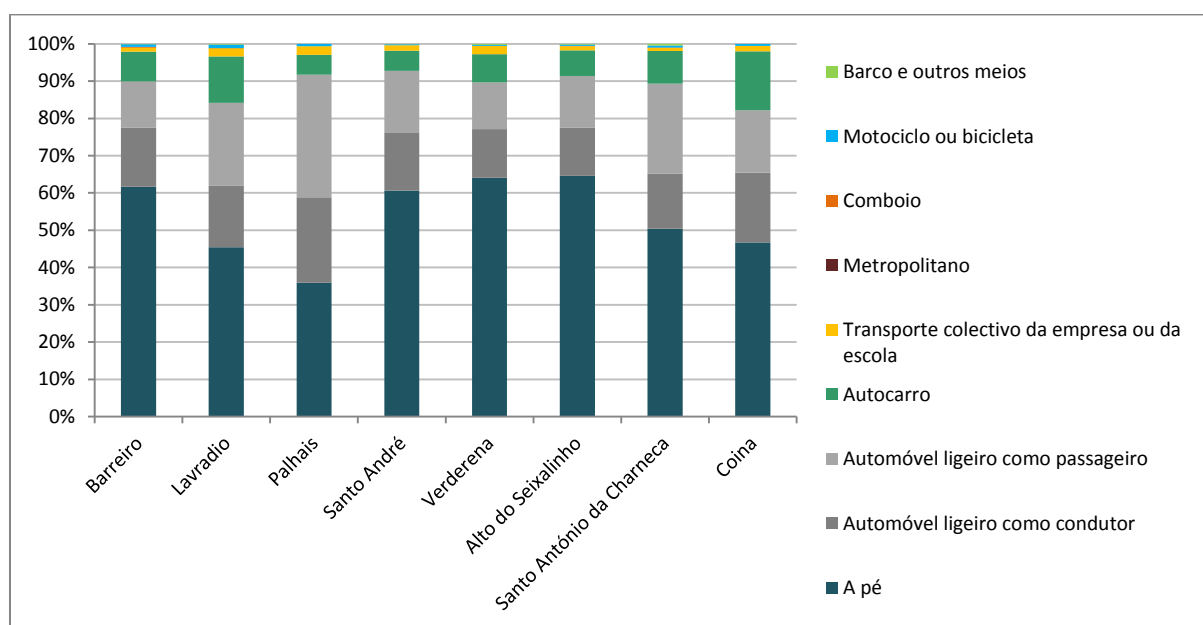


Figura 5.21. Distribuição modal em 2011 das deslocações pendulares com origem nas diferentes freguesias do concelho do Barreiro e destino na própria freguesia
Adaptado de INE (2011d)

No que diz respeito à distribuição modal de cada freguesia dentro da própria freguesia, verifica-se que é apenas na freguesia de Palhais que a caminhada não é o modo de transporte mais utilizado. O segundo modo de transporte mais utilizado em todas as freguesias é o automóvel ligeiro, excepto em Palhais onde é o primeiro.

A utilização do automóvel ligeiro na condição de passageiro supera a utilização deste enquanto condutor nas freguesias do Lavradio, Palhais, Santo André, Alto do Seixalinho e Santo António da Charneca, sendo semelhante nas freguesias do Barreiro, Verderena e Coina. Tal é indicativo de taxas de ocupação superiores nas deslocações de automóvel dentro da própria freguesia do que para os outros concelhos estudados. O autocarro é o terceiro modo de transporte mais utilizado em todas as freguesias, sendo a sua proporção de utilização superior nas freguesias de Coina e do Lavradio, onde representa apenas 12% e 16%, respectivamente.

A estrutura da distribuição modal das deslocações entre freguesias do concelho do Barreiro é bem distinta da distribuição modal das deslocações realizadas dentro da própria freguesia, como se pode observar no gráfico da Figura 5.22.

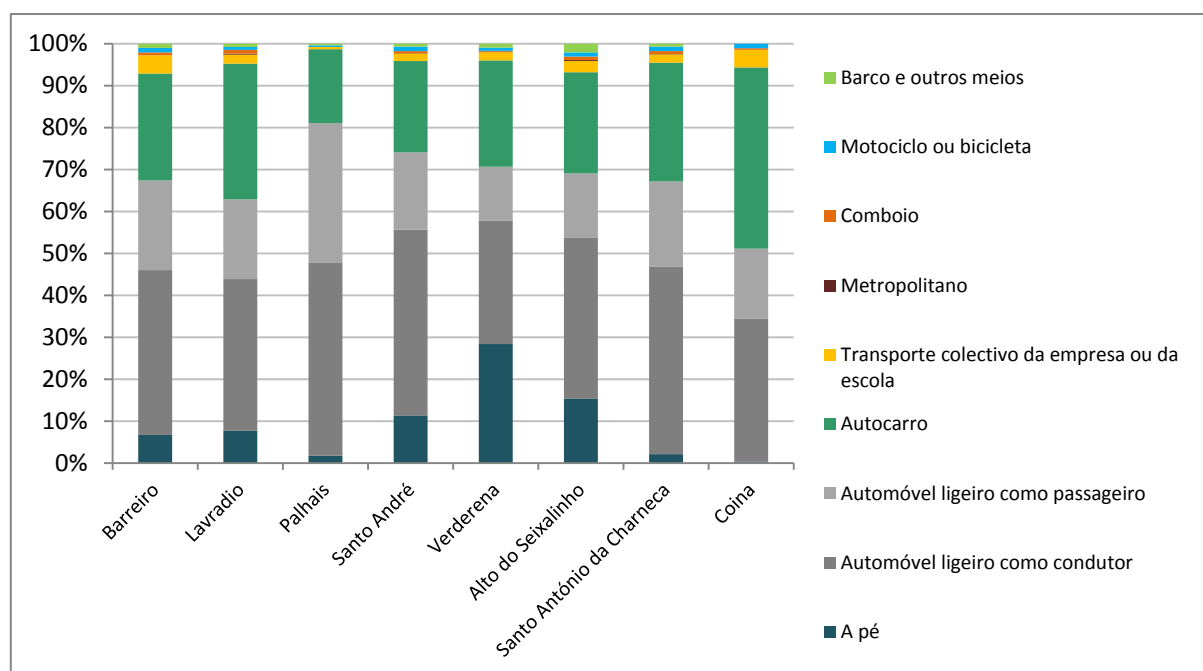


Figura 5.22. Distribuição modal em 2011 das deslocações pendulares com origem nas diferentes freguesias do concelho do Barreiro e destino noutra freguesia do concelho
Adaptado de INE (2011d)

O automóvel ligeiro é o modo de transporte mais utilizado nas deslocações entre freguesias para todas as freguesias, sendo que neste caso a proporção da utilização deste enquanto condutor supera

novamente a utilização na condição de passageiro. O segundo modo de transporte mais utilizado na deslocação para outra freguesia do concelho é o autocarro, excepto na freguesia da Verderena, onde o modo pedonal ocupa este lugar.

A deslocação a pé é, nas freguesias do Barreiro, Lavradio, Santo André, Alto do Seixalinho e Santo António da Charneca, o terceiro modo de deslocação mais utilizado para outras freguesias do concelho, sendo mais significativo nas freguesias de Santo André e Alto do Seixalinho. Tal pode dever-se ao facto de serem as duas freguesias mais centrais, ou seja, com maior número de freguesias vizinhas.

A distribuição modal das deslocações pendulares entre freguesias, onde o automóvel ligeiro é o modo de transporte dominante, é indicativa de uma rede de transportes públicos pouco atractiva. Como consequência, a população empregada e estudante recorre a um modo de transporte cujos consumos energéticos por utilizador são superiores, o que vem contribuir para a ineficiência energética do sector dos transportes.

5.2. Determinação dos consumos energéticos associados às deslocações pendulares

O estudo dos movimentos pendulares permite averiguar acerca dos modos de transporte utilizados nos percursos diários com maior expressão: casa-trabalho e casa-escola. Contribui também para identificar os destinos mais procurados a partir de cada unidade territorial. No cômputo geral, é a partir do estudo dos movimentos pendulares que se consegue captar o conjunto de interações entre as diferentes unidades territoriais. O que contribui para a compreensão do ordenamento territorial vigente. No presente trabalho fundamentou também o cálculo do consumo energético nas deslocações pendulares.

Esta análise pretendeu relacionar os consumos energéticos decorrentes das opções de mobilidade que por sua vez estão relacionados com os padrões de ocupação do território. Na Figura 5.23 pode observar-se a contribuição de cada modo de transporte no consumo anual de energia nas deslocações pendulares, calculado para os anos de 2001 e 2011. Estas deslocações têm como origem o concelho do Barreiro e como destino os concelhos de Lisboa, Moita, Palmela, Setúbal e o próprio concelho.

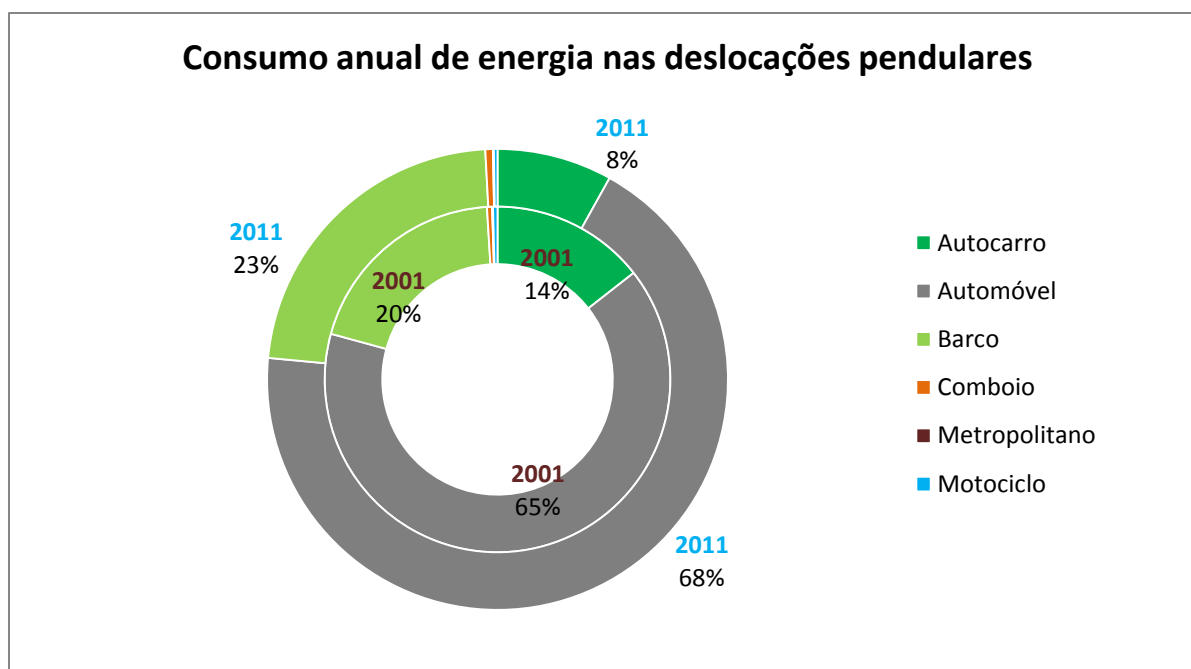


Figura 5.23. Contribuição de cada modo de transporte no consumo anual de energia nas deslocações pendulares relativo aos anos de 2001 e 2011

A representação que cada modo de transporte tem na estrutura do consumo anual de energia das deslocações pendulares, em cada ano, será distinta da distribuição modal. Tal deve-se à diferença das intensidades energéticas e das distâncias médias percorridas através de cada modo de transporte. Veja-se o automóvel que constitui aproximadamente 42% dos movimentos pendulares em 2011. Contudo, a sua representação no consumo anual de energia é de 68%. Esta diferença era expectável uma vez que o automóvel é o modo de transporte de passageiros com maior intensidade energética, exceptuando o avião.

Como se pode observar na Figura 5.23, a contribuição do comboio, do metropolitano e do motociclo para o consumo anual de energia nas deslocações pendulares é muito reduzida. Tal deve-se à baixa intensidade energética destes modos de transporte, mas também ao reduzido número de deslocações realizadas nestes.

Entre 2001 e 2011 é possível observar um aumento da representação do automóvel e do barco na estrutura do consumo anual de energia, e uma redução do autocarro. Embora o número de deslocações pendulares com origem no concelho do Barreiro tenha diminuído entre estes dois anos em cerca de 8,5%, o consumo anual de energia manteve-se próximo dos 160 TJ/ano.

Na Figura 5.24 pode observar-se o consumo anual de energia nas deslocações pendulares de 2011 consoante o concelho de destino. A análise da figura permite compreender o impacto que a utilização do automóvel tem no consumo de energia mesmo quando não é o modo de transporte

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

dominante. Tal é o caso das deslocações com destino a Lisboa, onde o automóvel constitui apenas 18% dos movimentos pendulares e o barco representa 60%.

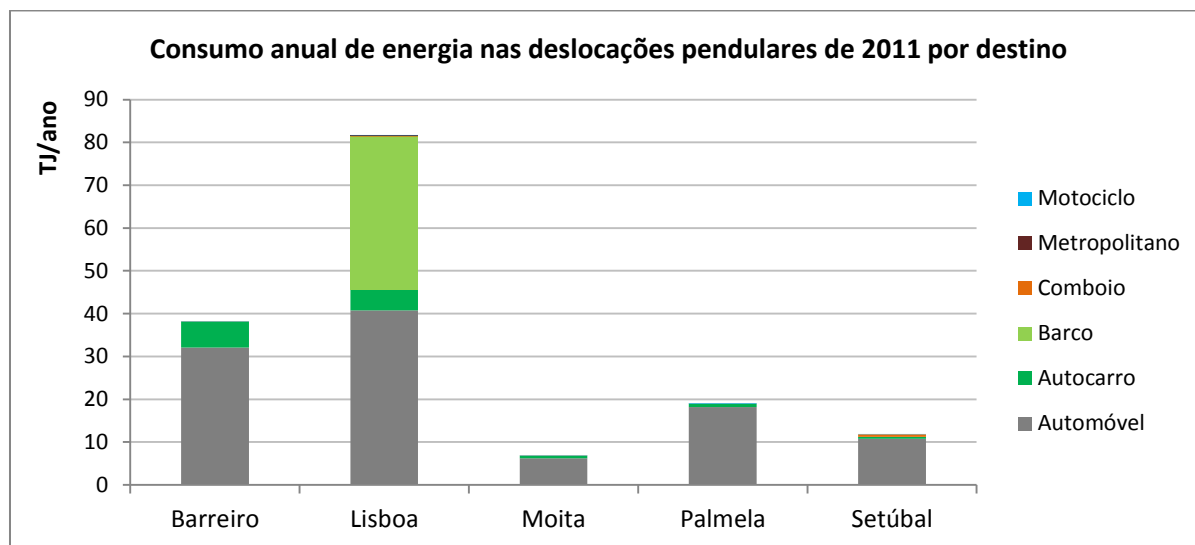


Figura 5.24. Consumo anual de energia nas deslocações pendulares de 2011 consoante o concelho de destino

Como se pode observar na Figura 5.24 o consumo de energia relativo à utilização do automóvel nas deslocações pendulares em direcção a Lisboa é superior ao consumo do mesmo rumo aos restantes destinos. Tal deve-se a dois factores: o número de deslocações e a distância percorrida.

Na Figura 5.25 mostram-se os consumos energéticos *per capita* nas deslocações pendulares de 2011 por freguesia. Tal permite comparar o desempenho energético destas mediante a distribuição modal.

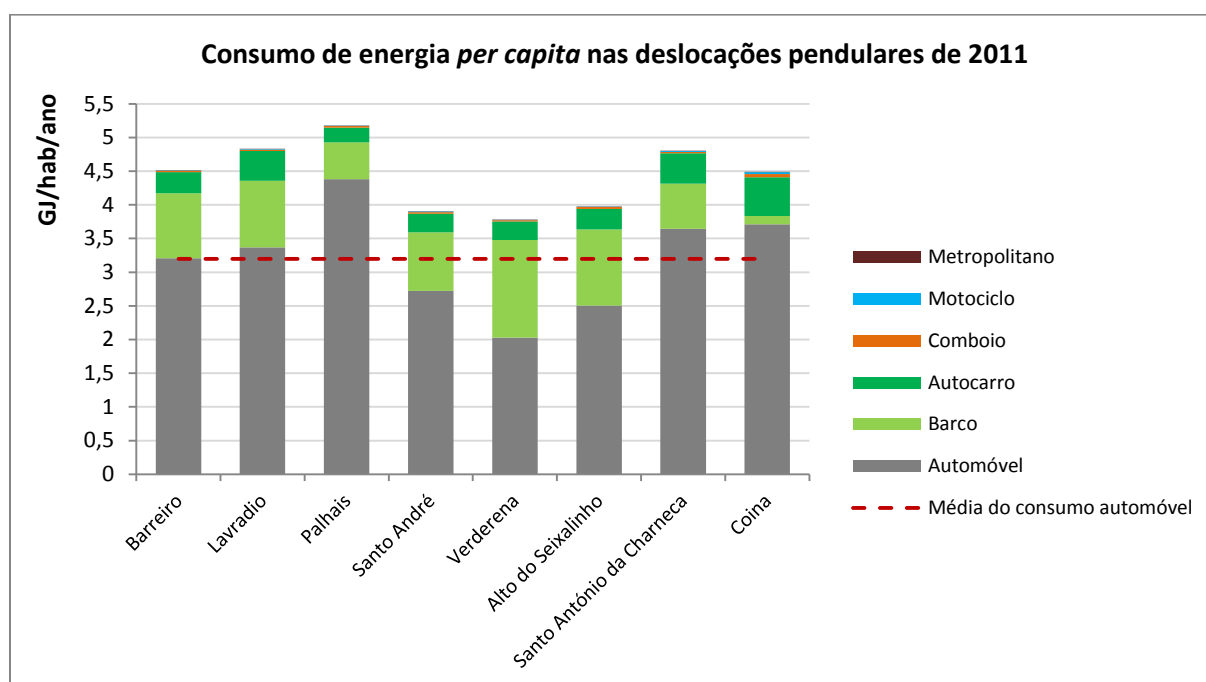


Figura 5.25 Consumo de energia *per capita* nas deslocações pendulares de 2011 por freguesia

Através da visualização do gráfico da Figura 5.25 verifica-se que as freguesias de Palhais, Coina e Santo António da Charneca – freguesias periurbanas – apresentam os valores mais elevados do consumo de energia *per capita* relativo ao automóvel. Este é o principal responsável pelo facto de estas três freguesias se encontrarem entre as quatro cujo consumo de energia *per capita* nas deslocações pendulares de 2011 é maior. Este resultado decorre da proporção de utilização do automóvel privado nas freguesias periurbanas.

Nas freguesias em que a utilização do transporte público assume uma maior representação, o consumo energético *per capita* não é tão elevado. Verifica-se assim que uma maior dependência do automóvel nas deslocações pendulares implica uma eficiência energética menor. De seguida, estudam-se os padrões de ocupação e uso do solo e a cobertura do principal modo de transporte colectivo de modo a averiguar a relação entre a estrutura urbana e as opções de mobilidade e, consequentemente, a sua influência no consumo de energia nas deslocações.

5.3. **Análise dos padrões de ocupação e uso do solo**

O concelho do Barreiro apresenta um conjunto de freguesias com características bem distintas no que diz respeito à ocupação e uso do solo. Tal facto produz um conjunto diverso de oportunidades para as suas populações que deve ser considerado aquando da análise comparativa das freguesias.

Como se pode ver na Figura 5.26, as classes dominantes ao nível do concelho são referentes ao tecido urbano, a áreas agrícolas heterogéneas e a florestas e meios naturais, utilizando a nomenclatura CORINE Land Cover. No entanto, o carácter urbano do território é evidente na parte Norte do concelho, contrastando com a parte mais a Sul dominada por áreas não urbanas. A restante área distribui-se em indústria, comércio e transportes, áreas de extracção de inertes, culturas temporárias e permanentes (pomares) e zonas húmidas litorais, encontrando-se ainda identificada na Figura 5.26 a área referente às desembocaduras fluviais.

As áreas das diferentes classes de ocupação e uso do solo do concelho referentes a 2006 encontram-se sumarizadas na Tabela 5.1. Algumas das classes discriminadas na Carta de Ocupação e Uso do Solo CORINE Land Cover original foram discriminadas de acordo com os níveis definidos na respectiva nomenclatura.

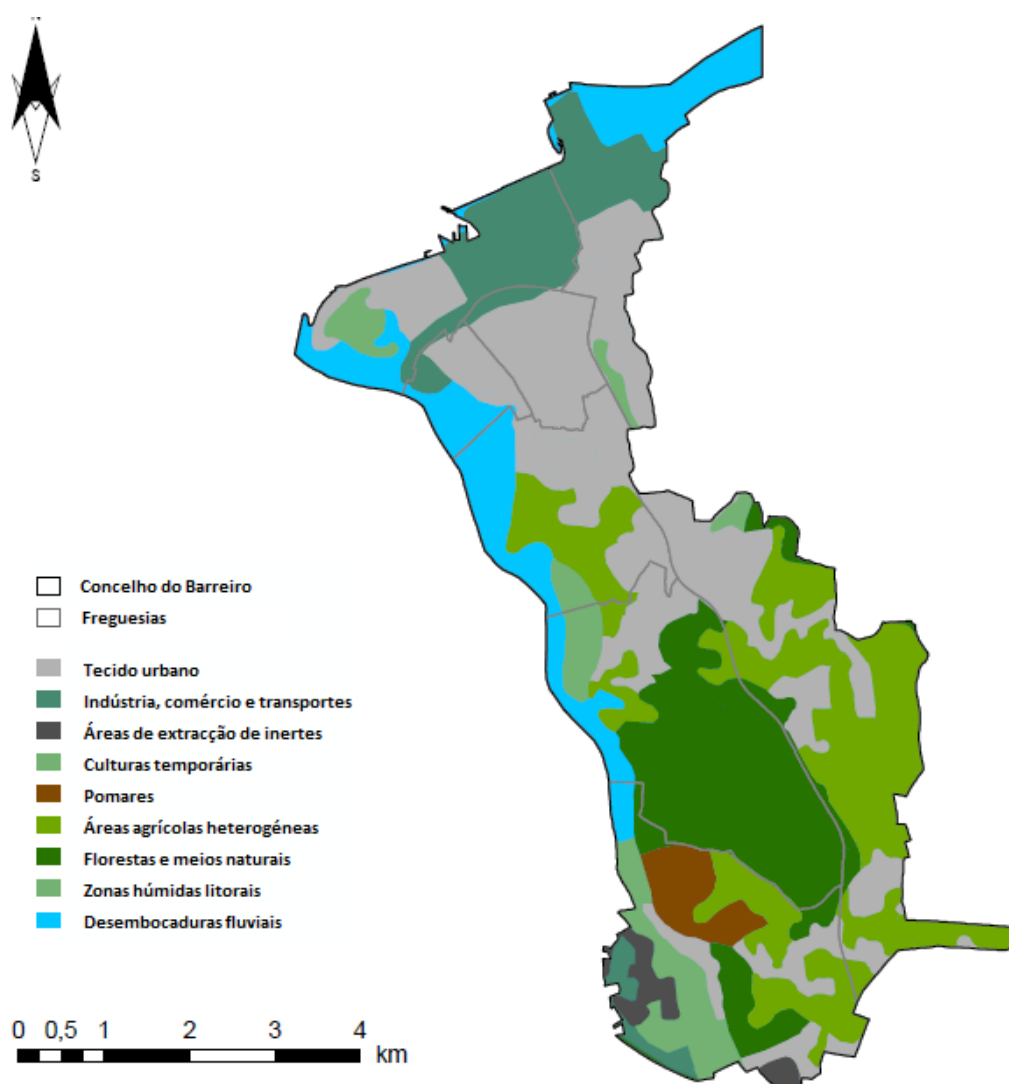


Figura 5.26. Ocupação e uso do solo do concelho do Barreiro
Fonte: Caetano, Nunes e Nunes (2009)

Tabela 5.1. Áreas e proporção de ocupação segundo as diferentes classes de ocupação e uso do solo.

Classes de ocupação e uso do solo (2006)	Área (km ²)	Proporção de ocupação (%)
Tecido urbano	10,63	29,2
Indústria, comércio e transportes	3,71	10,2
Áreas de extração de inertes	0,54	1,5
Culturas temporárias	1,32	3,6
Pomares	0,91	2,5
Áreas agrícolas heterogêneas	7,66	21,0
Florestas e meios naturais	6,15	16,9
Zonas húmidas litorais	1,17	3,2
Desembocaduras fluviais	4,33	11,9

A freguesia do Alto do Seixalinho é aquela cujo tecido urbano domina a maior parte da área da freguesia, ocupando 90,6% desta. A maior componente corresponde ao tecido urbano contínuo (51,4%), representando o tecido urbano descontínuo 39,2% da área da freguesia. Os restantes 9,4% correspondem à área industrial.

A outra freguesia do Barreiro cujo tecido urbano, nomeadamente o contínuo, constitui a classe de ocupação e uso do solo mais representativa é a freguesia de Verderena. Enquanto a área de tecido urbano contínuo ocupa 60,8% da área total da freguesia, a área de tecido urbano descontínuo constitui 16,7%, totalizando 77,5% de tecido urbano. À semelhança da freguesia do Alto do Seixalinho a restante área é ocupada pela zona industrial, representando 22,5% da área da freguesia.

As freguesias do Lavradio e de Santo André têm também o tecido urbano como classe de ocupação e uso do solo dominante. No entanto, ao contrário das freguesias anteriores, é a componente de tecido urbano descontínuo que predomina. No caso do Lavradio, esta representa 34,6% contra 15,6% de tecido urbano contínuo. A grande maioria da área restante (44,1%) é ocupada pela zona industrial. No caso da freguesia de Santo André, 48% corresponde a tecido urbano descontínuo, enquanto que apenas 8,1% são ocupados por tecido urbano contínuo. No entanto, é a classe de áreas agrícolas heterogéneas que domina a restante área desta freguesia (37,6%).

A freguesia do Barreiro será a mais atípica do Concelho, sendo 60% da sua área ocupada pela zona industrial. O tecido urbano é essencialmente descontínuo constituindo 27,6% de um total de 27,9% ocupados por esta classe. As zonas húmidas litorais, nomeadamente no que se refere a salinas e aquicultura litoral, representam 12,1% da área da freguesia.

A freguesia de Santo António da Charneca assume já padrões mais rurais, sendo que 57,3% da sua área são relativos a áreas agrícolas heterogéneas. O tecido urbano é na sua totalidade descontínuo ocupando 34,5% da freguesia.

É na freguesia de Palhais que se localiza a Mata da Machada. Esta é a principal razão para que 71,8% da área da freguesia sejam ocupados pela classe de Florestas e meios naturais. A restante área divide-se em tecido urbano (12,6%), totalmente descontínuo, em áreas agrícolas heterogéneas (9,4%) e em zonas húmidas litorais (6,2%), nomeadamente zonas entre-marés.

A freguesia de Coina é a mais heterogénea do concelho, sendo ocupada pela maioria das classes de ocupação e uso do solo. Aquela que ocupa a maior área (22,8%) refere-se às áreas agrícolas heterogéneas, seguindo-se o tecido urbano (15,9%), totalmente descontínuo, as culturas temporárias (15,8%), nomeadamente de regadio, as florestas e meios naturais (14,6%) e as culturas permanentes, particularmente pomares (13,9%). É ainda na freguesia de Coina que se localizam as

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

áreas de extracção de inertes (8,3%) e a componente de sapal da classe de zonas húmidas litorais (3,1%).

A análise da evolução dos espaços urbanos entre 1990 e 2006 mostrou que as áreas urbanas foram aquelas que sofreram uma maior expansão nas últimas duas décadas, sendo o padrão de crescimento distinto para as oito freguesias. A dispersão urbana ocorrida neste período é evidenciada na Figura 5.27, tendo-se verificado um aumento de cerca de 30% do tecido urbano descontínuo.

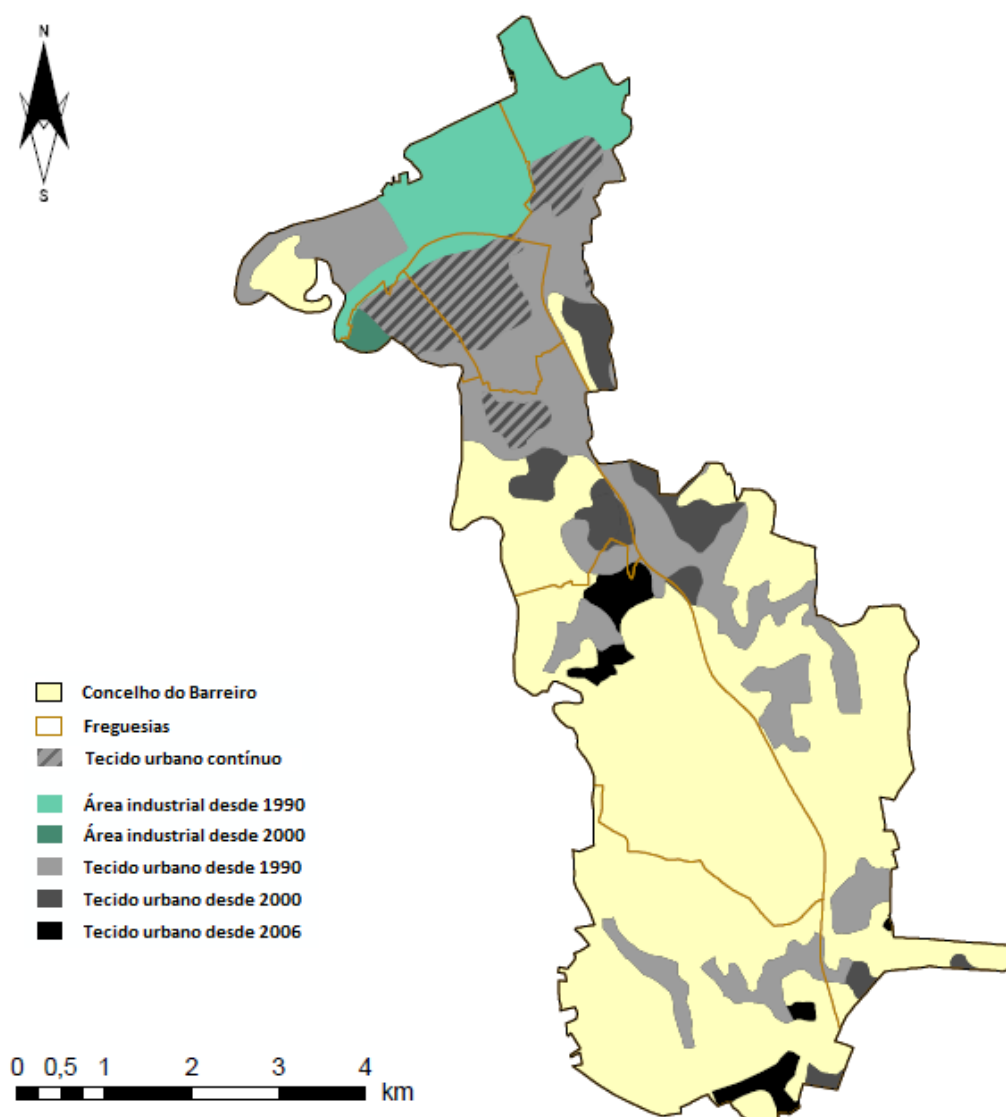


Figura 5.27. Evolução do tecido urbano e da área industrial entre 1990 e 2006 no concelho do Barreiro
Fonte: Caetano, Nunes e Nunes (2009)

Enquanto a área de tecido urbano contínuo se manteve no período analisado, o tecido urbano descontínuo tem vindo de facto a crescer, tendo o principal aumento ocorrido entre 1990 e 2000. O aumento da área relativa à classe de indústria, comércio e equipamentos gerais, também entre 1990 e 2000, deu-se devido à construção do terminal rodo-ferro-fluvial do Barreiro, em 1995. Os valores referentes às áreas destas classes de ocupação e uso do solo e a sua variação entre 1990 e 2000 e entre 2000 e 2006 apresentam-se na Tabela 5.2.

Tabela 5.2. Evolução da ocupação urbana no concelho do Barreiro.

Territórios artificializados	Área (km ²)				
	1990	2000	Δ 1990-2000 (%)	2006	Δ 2000-2006 (%)
Tecido urbano contínuo	2,0415	2,0415	0	2,0415	0
Tecido urbano descontínuo	6,4275	7,8555	22,2	8,5846	9,3
Indústria, comércio e eq. gerais	3,2089	3,3462	4,3	3,3462	0

O aumento do tecido urbano descontínuo deu-se, no entanto, de forma distinta ao longo do concelho e ao longo do tempo. Na Figura 5.28 observa-se a evolução por freguesia da área desta componente do tecido urbano uma vez que o tecido urbano contínuo de manteve inalterado no período estudado. É também possível visualizar no mesmo gráfico a evolução da população residente em cada freguesia.

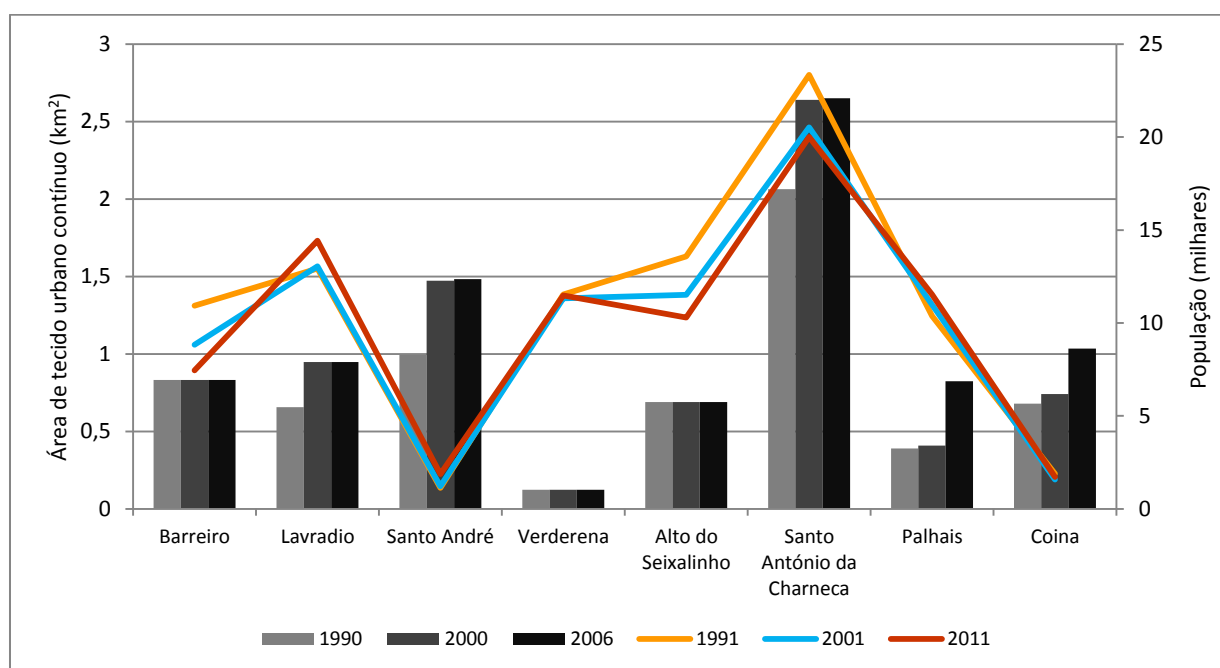


Figura 5.28. Evolução da área de tecido urbano descontínuo e da população residente no concelho do Barreiro nas últimas duas décadas por freguesia

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As freguesias onde se observa simultaneamente um aumento da sua população e da área de tecido urbano entre 1990 e 2006 foram as freguesias do Lavradio, Santo André e Palhais. Apesar da população das freguesias de Santo António da Charneca e de Coima ter diminuído no mesmo período, também a sua área de tecido urbano descontínuo aumentou. No caso da freguesia de Coima, a variação foi ligeira. As freguesias do Barreiro, Verderena e Alto do Seixalinho mantiveram a mesma área urbana entre 1990 e 2006 uma vez que também o tecido urbano descontínuo não sofreu qualquer alteração, como se pode ver no gráfico da Figura 5.28. A sua população decresceu neste período, excepto na freguesia de Verderena onde esta se manteve.

Assim, as principais freguesias responsáveis pela expansão urbana do concelho entre 1990 e 2006 foram as freguesias de Santo António da Charneca, Palhais e Coima – freguesias periurbanas – e as freguesias do Lavradio e de Santo André. No gráfico da Figura 5.29 pode observar-se a variação do tecido urbano descontínuo nas freguesias onde ocorreram alterações.

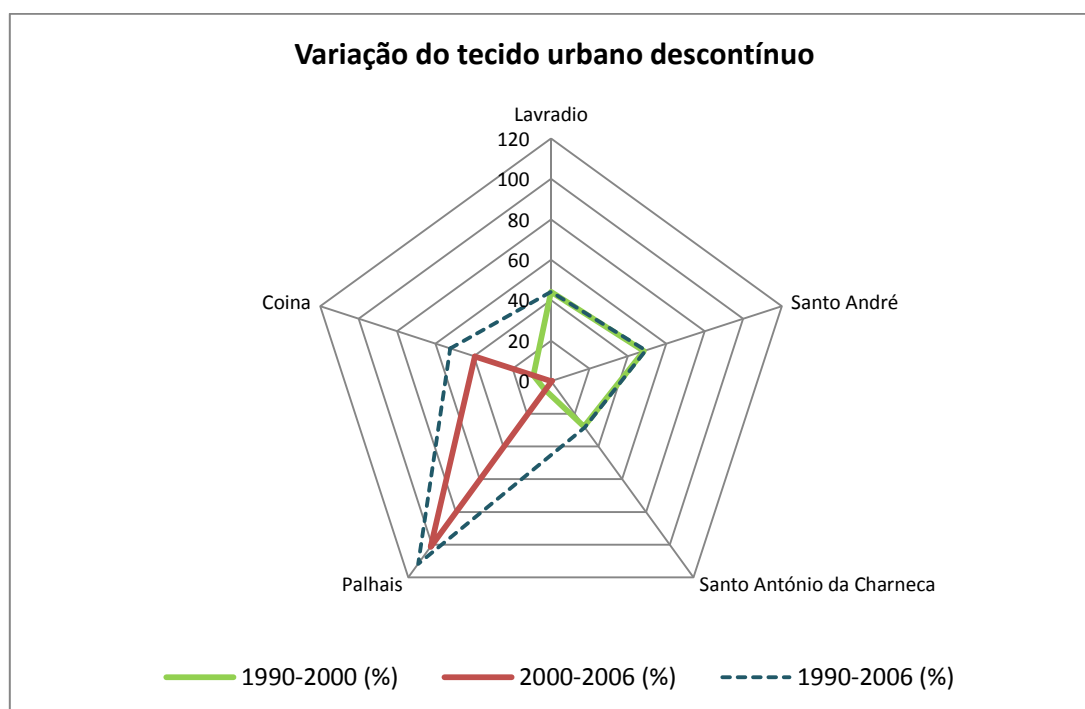


Figura 5.29. Variação do tecido urbano descontínuo nas freguesias que viram esta área alterar-se nas últimas duas décadas por período de tempo

Entre 1990 e 2000 foi na freguesia de Santo André que a evolução da ocupação urbana foi mais acentuada (48,3%), seguindo-se da freguesia do Lavradio (44,2%), de Santo António da Charneca (27,9%), de Coima (9,1%) e de Palhais (5,2%). Já entre 2000 e 2006, a freguesia onde se registou uma maior expansão urbana foi a freguesia de Palhais, tendo a sua área urbana duplicado. Neste mesmo período destaca-se ainda o aumento verificado na área urbana da freguesia de Coima (39,6%), sendo

que as freguesias de Santo André e Santo António da Charneca apresentaram apenas um aumento ligeiro na sua área urbana (0,7% e 0,4%, respectivamente) e na freguesia do Lavradio não se registou qualquer alteração.

5.4. Análise da cobertura temporal, espacial e populacional dos Transportes Colectivos do Barreiro

Quando se avalia a qualidade do serviço do transporte público, retractada regra geral na decisão do utilizador acerca da utilização deste ou de outro modo de transporte, existe um conjunto de parâmetros que requiere avaliação. São relativos, por exemplo, à oferta do serviço, à fiabilidade do sistema e também ao seu impacte ambiental.

No entanto, no âmbito desta dissertação a análise será feita apenas aos indicadores de carácter espacial que possam ser determinados recorrendo a um sistema de informação geográfica (SIG) uma vez que não se pretende analisar o desempenho global da rede. A forma como a rede se estabelece no espaço urbano é relevante para a compreensão das diferenças na oferta às várias freguesias, nomeadamente na acessibilidade ao sistema de transporte público, constituindo o foco desta análise.

Uma vez que a análise da cobertura espacial não permite por si só aferir acerca da acessibilidade à rede de transporte público, estudou-se também a cobertura temporal da rede e a sua cobertura populacional. A consideração conjunta destes elementos permite averiguar acerca da proporção da população que pode convenientemente escolher este modo de transporte para as suas deslocações diárias. Neste caso, as freguesias com maior probabilidade de gerar viagens de transporte público.

No mapa apresentado na Figura 5.30 é possível observar não só a distribuição espacial das diversas paragens de autocarro dos TCB no concelho e por freguesia, como a frequência de passagem em cada uma das paragens. Esta frequência refere-se ao número de autocarros que passam por hora em cada paragem nas horas de ponta dos dias úteis.

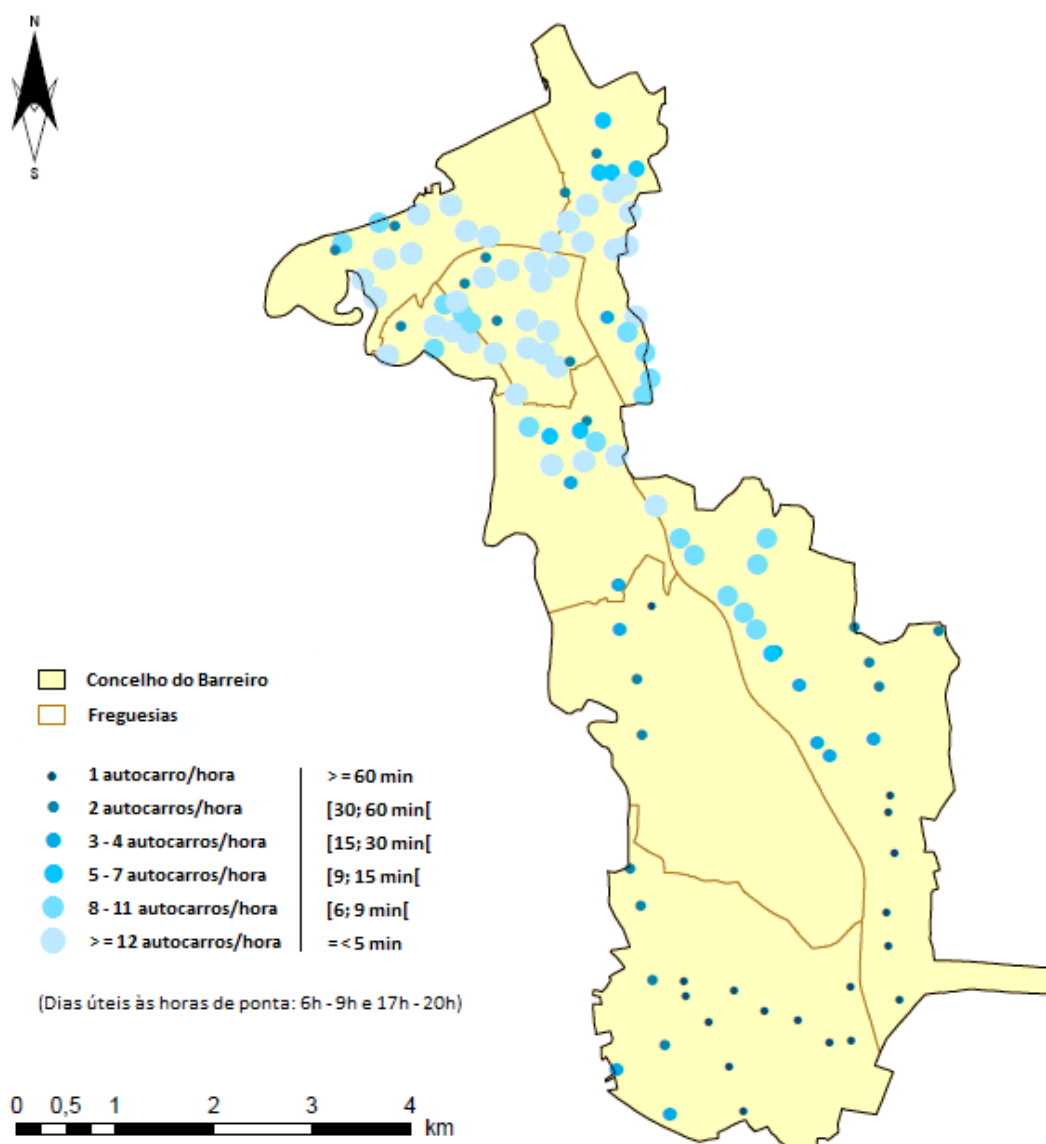


Figura 5.30. Frequência de passagem em cada uma das paragens dos TCB nas horas de ponta (das 6h às 9h e das 17h às 20h).

Verifica-se que a cobertura temporal da rede dos TCB é deveras díspar nas diferentes freguesias. Enquanto as freguesias mais a Norte – Barreiro, Lavradio, Alto do Seixalinho e Verderena – apresentam níveis elevados deste indicador, as freguesias mais a Sul, nomeadamente Coina, Palhais e Santo António da Charneca, têm uma cobertura temporal diminuta quando em comparação com as anteriores. Tal traduz-se em intervalos de tempo médio entre passagens muito superiores, um dos factores principais de desincentivo do uso dos transportes públicos. Acresce o facto de que freguesias que sejam servidas por apenas uma ou duas carreiras de transporte público têm níveis de mobilidade inferiores.

Outro factor que influencia a escolha do utilizador em relação ao transporte público é a existência ou ausência de uma paragem próxima do ponto de origem e destino, ou seja, uma rede cuja configuração permita que a sua utilização seja convenientemente complementada com a deslocação a pé. A própria Agência Portuguesa do Ambiente (APA 2010) reconhece que uma “deficiente cobertura espacial e temporal do sistema de transportes colectivo, remete cada vez mais para o transporte particular a satisfação das necessidades de deslocação da população. Situação esta que se torna tanto mais grave quando aumenta a ocupação difusa do território e se está perante uma rede urbana caracterizada pelo reduzido peso demográfico dos seus centros e um progressivo envelhecimento da população”. Considerando a maior densidade da rede no centro urbano do concelho é de esperar que a acessibilidade ao sistema de transportes públicos nesta área seja superior à das freguesias localizadas mais a Sul.

Na Figura 5.31 podem então observar-se as áreas abrangidas num raio de 250 metros e de 500 metros, ambas distâncias onde o modo pedonal é o mais competitivo, a partir de cada paragem da TCB. Considerando que toda a área do concelho apresenta um declive semelhante cujo valor não influencia a velocidade de deslocação a pé e assumindo uma velocidade aproximada de 5 km/hora, uma distância máxima de 250 metros significa uma caminhada de três minutos enquanto uma de 500 metros se realiza no dobro do tempo.

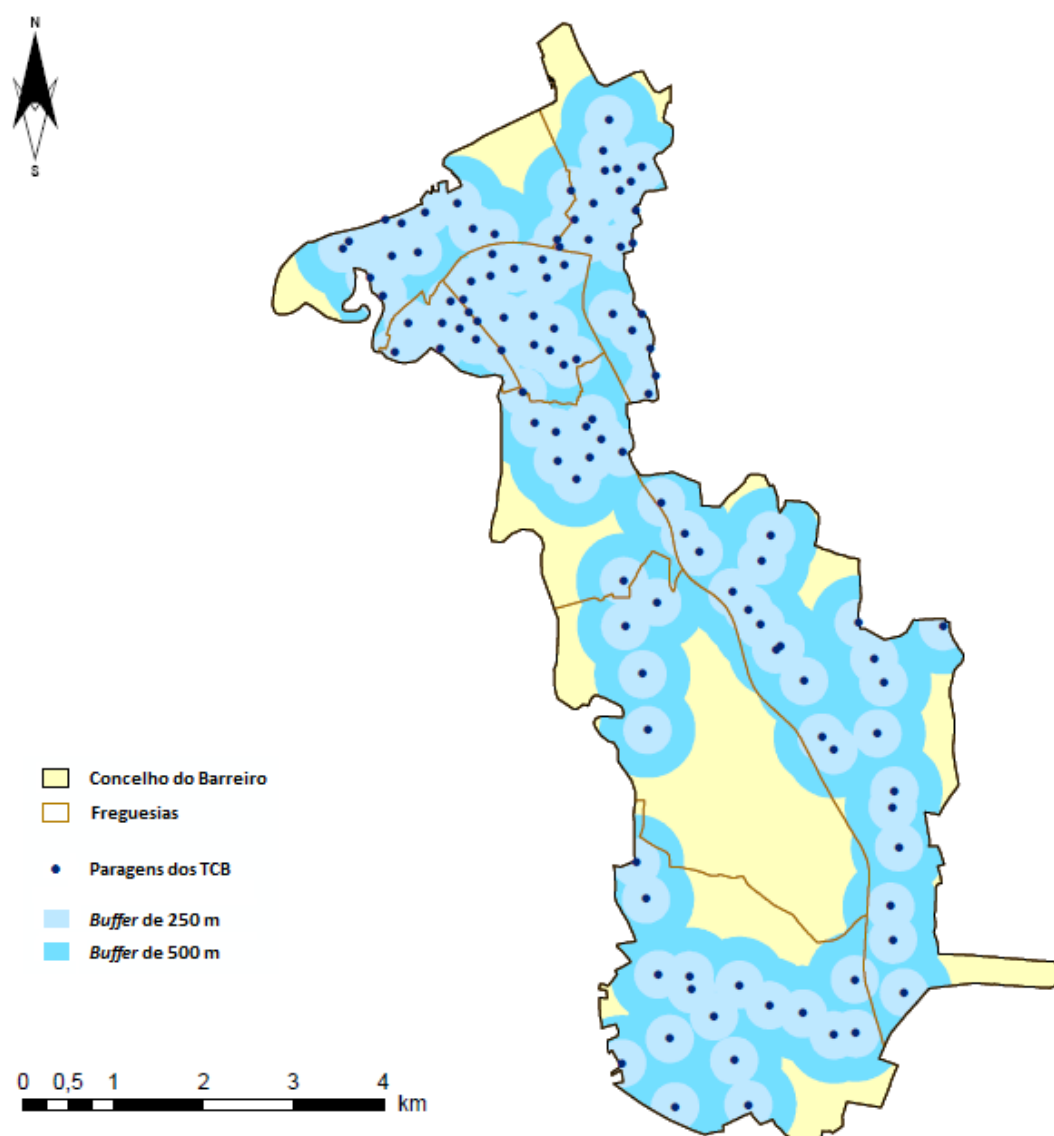


Figura 5.31. Cobertura espacial das paragens dos TCB.

Na Tabela 5.3 encontram-se sumarizados os índices de cobertura espacial e populacional determinados a partir dos dados relativos à população residente em 2011 em cada subsecção estatística do concelho do Barreiro e dos *buffers* criados. Os índices calculados variam entre 0 e 1, o que significa que nenhuma área ou população da freguesia é servida e que toda a área ou população da freguesia é servida, respectivamente. Enquanto os índices de cobertura espacial são medianos, considerando já a cobertura da rede a 500 metros, os índices de cobertura populacional à mesma distância revelam-se positivamente elevados (Tabela 5.3).

Tabela 5.3. Índices de cobertura espacial e populacional dos TCB para cada uma das freguesias do concelho do Barreiro

Freguesias	Índice de cobertura espacial		Índice de cobertura populacional	
	250 m	500 m	250 m	500 m
Barreiro	0,49	0,79	0,98	1,00
Lavradio	0,59	0,86	0,97	1,00
Palhais	0,13	0,42	0,65	0,99
Santo André	0,42	0,79	0,89	1,00
Verderena	0,93	1,00	0,97	1,00
Alto do Seixalinho	0,89	1,00	0,99	1,00
Santo António da Charneca	0,45	0,87	0,76	0,98
Coina	0,41	0,80	0,79	0,97

O índice de cobertura espacial varia significativamente em cada freguesia consoante se considera o *buffer* de 250 metros ou o de 500 metros. Das oito freguesias, sete têm uma cobertura espacial superior a 70%, sendo que as freguesias da Verderena e do Alto do Seixalinho têm todos os pontos de origem e destino servidos pela rede dos TCB. Os baixos valores deste indicador para a freguesia de Palhais considerando qualquer um dos *buffers* são facilmente explicados devido à ocupação da maior parte do seu território pela Mata da Machada.

Ao se analisar, no entanto, o índice de cobertura populacional para as mesmas distâncias verifica-se que a variação da população servida pela rede dos TCB é, na maior parte dos casos, reduzida, exceptuando-se as freguesias de Palhais, Santo António da Charneca e Coina. Tal significa que nestas freguesias existe uma maior proporção da população cujo esforço para aceder à paragem mais próxima é maior. Já nas freguesias mais a Norte – Barreiro, Lavradio, Alto do Seixalinho e Verderena – a paragem mais próxima é facilmente acedida a pé (250 metros) pela maior parte da sua população. Considerando a distância de 500 metros praticamente toda a população do Concelho se encontra na área de influência da rede de transportes públicos.

Relacionando os índices de cobertura espacial e populacional é possível observar que por mais reduzidos que sejam os valores do primeiro, os valores do segundo são sempre mais elevados. Desta forma pode afirmar-se que apesar de algumas freguesias não apresentarem uma boa cobertura espacial, a grande maioria dos destinatários do serviço encontram-se na área servida pela rede e, assim, a cobertura populacional defende bem a razão de ser do serviço.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

É de atentar que a dificuldade de acesso à rede de transportes tem tendência a aumentar consoante aumentam as distâncias a serem percorridas até à paragem mais próxima. Apesar de não ser o único factor – qualidade dos passeios, existência de obstáculos no percurso, segurança das ruas – a pesar no grau de acesso à rede é aquele que é tido aqui como principal critério de avaliação. Praticamente toda a população se encontra a uma distância passível de ser percorrida a pé (500 metros) da rede de transportes públicos do Barreiro, considerando que as condições de acesso a estes relativamente à qualidade do espaço público o permitem. No entanto, se considerarmos uma distância mais curta, cuja facilidade de deslocação a pé é maior (250 metros) verifica-se que o acesso à rede em algumas freguesias, nomeadamente Palhais, Santo António da Charneca e Coina, não cobre uma parte significativa das suas populações. Estas constituem freguesias periurbanas cuja construção dispersa dificulta a extensão da rede de transporte público de forma adequada à procura do serviço.

Considerando também a reduzida cobertura temporal conclui-se que nestas freguesias o transporte público é pouco competitivo em relação ao transporte individual, dependendo a sua população em maior grau da utilização do automóvel privado para as suas deslocações. Uma das possíveis soluções neste sentido é a integração de *minibus* na frota que assegurem as carreiras periurbanas. Estes permitem uma melhor adequação entre a oferta e a procura, possibilitando o aumento das áreas e população servidas. De modo a saber a proporção da população de cada freguesia que às distâncias determinadas tem acesso a diferentes frequências de passagem dos autocarros da TCB, criou-se um índice composto cujos valores se encontram na Tabela 5.4.

Tabela 5.4. Índice composto de cobertura populacional e frequência de passagem dos TCB para cada uma das freguesias do concelho do Barreiro

Freguesias	250 m						500 m					
	Autocarros/hora						Autocarros/hora					
	1	2	3-4	5-7	8-12	>12	1	2	3-4	5-7	8-12	>12
Barreiro	0,00	0,32	0,00	0,00	0,31	0,76	0,00	0,90	0,00	0,00	0,68	0,99
Lavradio	0,00	0,11	0,13	0,33	0,27	0,66	0,00	0,45	0,24	0,54	0,34	0,91
Palhais	0,23	0,12	0,36	0,00	0,00	0,00	0,69	0,27	0,90	0,03	0,14	0,00
Santo André	0,00	0,22	0,06	0,43	0,43	0,42	0,00	0,59	0,26	0,82	0,91	0,96
Verderena	0,00	0,20	0,00	0,00	0,65	0,80	0,00	0,85	0,00	0,00	0,98	1,00
Alto do Seixalinho	0,00	0,55	0,00	0,00	0,17	0,89	0,00	0,98	0,01	0,00	0,45	1,00
Santo António da Charneca	0,07	0,03	0,09	0,04	0,54	0,05	0,12	0,08	0,19	0,10	0,69	0,17
Coina	0,73	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,94	0,30	0,02	0,00	0,00	0,00

Através da análise da Tabela 5.4 é possível afirmar que a maior parte da população das freguesias do Barreiro, Lavradio, Santo André, Verderena, Alto do Seixalinho e Santo António da Charneca se encontra servida, tanto a 250m como a 500m, por uma elevada frequência de passagem dos TCB. Pelo contrário, a população das freguesias perirurbanas Palhais e Coina que se encontra a 250 m e 500m de paragens dos TCB é maioritariamente servida por frequências de passagem reduzidas.

O recurso aos *buffers* para determinar os índices de cobertura espacial e populacional consiste numa abordagem tradicional que permite suportar uma análise qualitativa da oferta do transporte público por freguesia, não sendo objectivo desta dissertação proceder a uma avaliação aprofundada acerca do desempenho global da rede dos TCB. Uma vez que as distâncias consideradas são lineares, o que significa que na realidade os desvios necessários e a configuração da própria rede pedonal aumentam provavelmente as distâncias percorridas, admite-se que a área de cobertura da rede que fundamentou o cálculo dos índices de cobertura espacial e populacional esteja sobredimensionada.

5.5. Análise da multimodalidade e intermodalidade da rede de transportes públicos

A rede de transportes existente influencia não só a escolha do modo de transporte, mas também a necessidade de utilizar mais do que um modo na deslocação pretendida, o que influencia, por exemplo, os tempos de viagem. É nas deslocações entre o Barreiro e Lisboa que a maioria recorre ao segundo modo de transporte, o que era expectável considerando que o barco é o modo mais utilizado para este destino (Figura 5.32). O estudo da mobilidade considerando as necessidades de transbordo permite otimizar a conectividade da rede, nomeadamente da rede de transportes públicos, e a coordenação entre transportes.

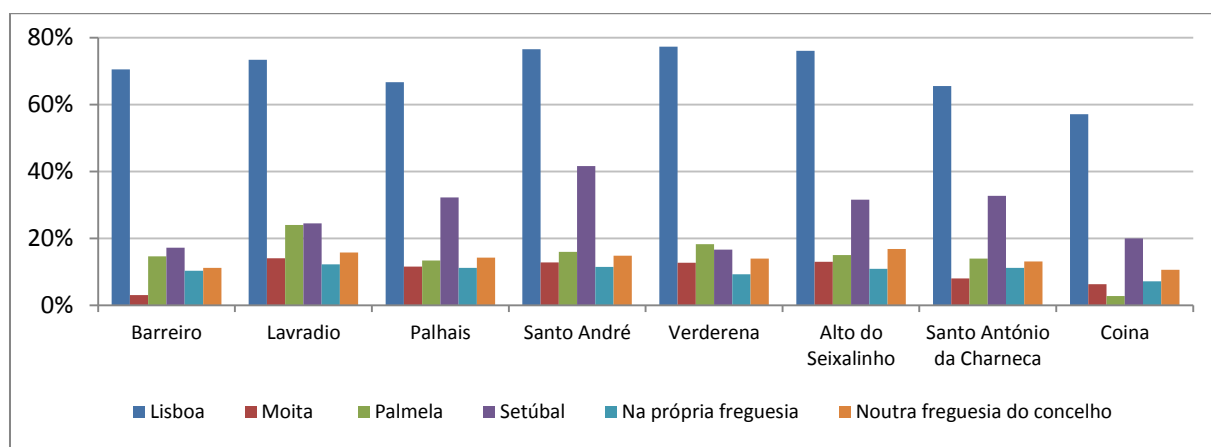


Figura 5.32. Utilização de um segundo modo de transporte nas deslocações pendulares com origem no concelho do Barreiro por freguesia e por destino
Adaptado de INE (2011d)

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo o IMTT (2011c), a intermodalidade do sistema de transportes constitui uma das três linhas de acção a privilegiar nas estratégias de ordenamento do território no que diz respeito à mobilidade sustentável. Tal deve-se ao facto de que reside na melhoria das redes de transporte público o incentivo à sua utilização, com consequente diminuição do uso do automóvel particular. A integração funcional dos modos suaves na cadeia de transportes pode constituir um importante elo de articulação dos diversos modos e garantir a intermodalidade, sendo necessário equipar os diferentes pontos de acesso à rede de transporte público com estruturas de apoio a estes modos.

As duas principais interfaces de transportes do Concelho do Barreiro são o Terminal rodo-ferro-fluvial do Barreiro e a Estação rodo-ferroviária de Coina (Figura 5.33). O primeiro localiza-se na freguesia do Barreiro e a segunda na freguesia de Coina. As duas infra-estruturas constituem os principais pólos geradores/attractores de deslocações ao nível da procura de transporte (CMB, 2012).

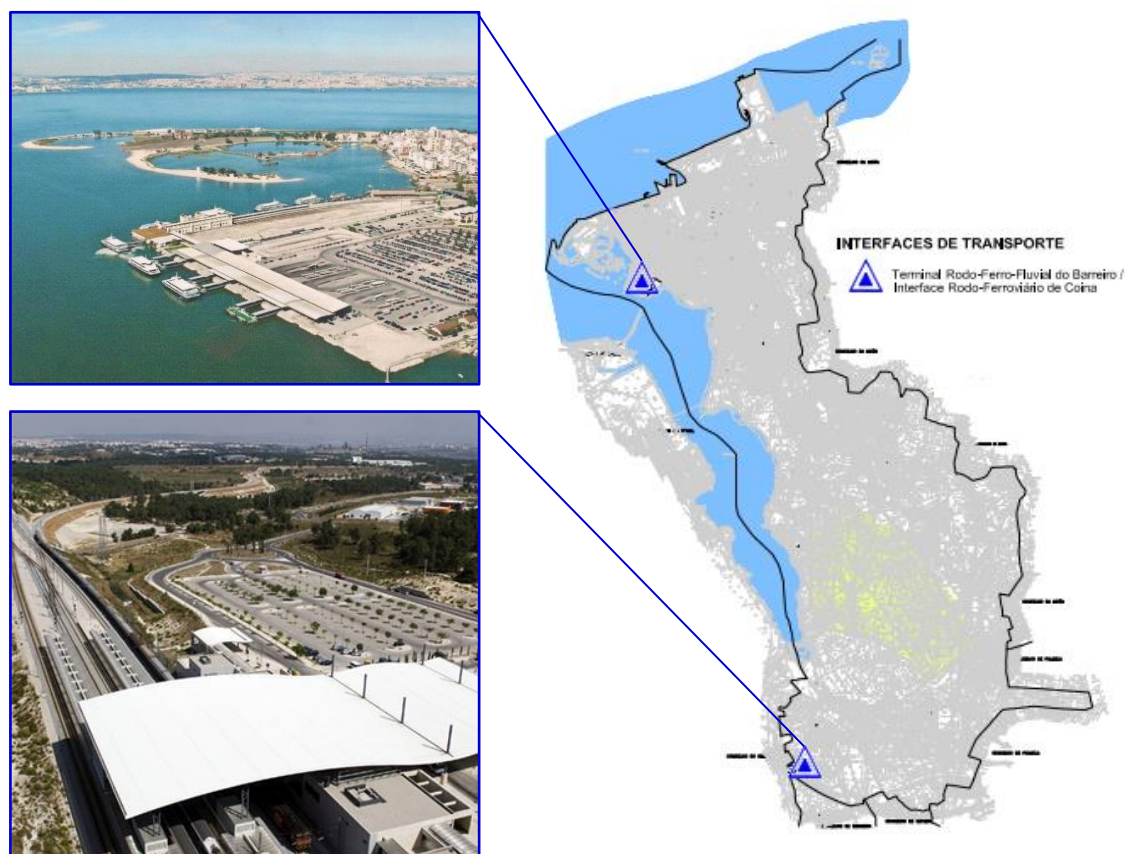


Figura 5.33. Principais interfaces de transportes do concelho do Barreiro
Adaptado de CMB (2012)

Existem, actualmente, oito carreiras dos TCB (1,2,3,4,7,8,14,15) que têm como destino o Terminal do Barreiro, sendo que apenas duas (6,16) se dirigem à Estação de Coina. Enquanto as primeiras carreiras apresentam uma frequência de passagem elevada, com um mínimo de três autocarros por

hora e um máximo de sete autocarros por hora, a frequência das últimas é muito inferior, passando no máximo três autocarros em duas horas e no mínimo um autocarro no mesmo período de tempo. Esta análise foi realizada considerando os horários do período escolar e dias úteis às horas de ponta.

Como se pode observar nas figuras acima, ambas as interfaces têm parques de estacionamento permitindo que as pessoas se desloquem de automóvel privado até às estações e integrem o transporte público no seu trajeto. Fazendo um exercício de fotointerpretação através do *software* Google Maps é possível afirmar que no parque de estacionamento do Terminal do Barreiro existem cerca de 986 lugares e no parque da Estação de Coima existem aproximadamente 1033.

A ligação a alguns dos concelhos mais procurados no que diz respeito às deslocações pendulares do concelho do Barreiro para outros concelhos da Península de Setúbal, nomeadamente Moita, Palmela e Setúbal, pode ser realizada por comboio. As três estações da CP que existem no concelho – Barreiro (Terminal do Barreiro), Barreiro-A e Lavradio – encontram-se localizadas a menos de 500 metros da maioria das carreiras dos TCB que operam nas freguesias envolventes. Estas estações fazem parte da Linha do Sado que se cruza com a rede da Fertagus na estação do Pinhal Novo proporcionando ainda a ligação com Lisboa.

Dentro do próprio concelho são os autocarros da TCB o principal modo de transporte público. No entanto, devido ao ajustamento entre a oferta e a procura nas diferentes freguesias, existe uma diferença clara entre a cobertura da rede nas zonas urbanas e nas periurbanas. Nestas últimas, nomeadamente Coima, Palhais e Santo António da Charneca, a quantidade de paragens com ligação a múltiplas carreiras é diminuta (Figura 5.34). Já nas freguesias que acomodam os principais aglomerados populacionais, a proporção de paragens que servem mais de quatro carreiras é maior proporcionando uma maior opção de trajetos.

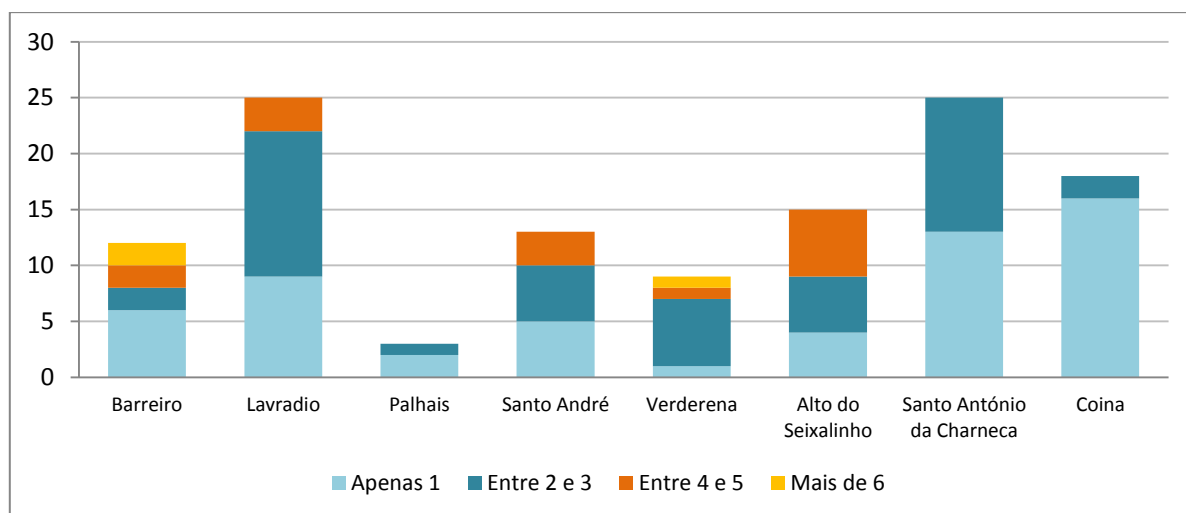


Figura 5.34. Número de paragens da TCB com ligação a outras carreiras da TCB por freguesia
Adaptado de TCB (2012)

5.6. Análise da acessibilidade potencial a diversos locais de serviços e actividades

A acessibilidade através dos modos suaves, nomeadamente a pé e de bicicleta, é um dos temas prementes nas questões de planeamento do território com impacte nos consumos energéticos associados às deslocações. Uma configuração espacial que reúna um conjunto diversificado de usos do solo em que as distâncias a percorrer no acesso a serviços, equipamentos e zonas de lazer podem ser realizadas a pé ou de bicicleta diminui a dependência do automóvel privado em grande parte das deslocações diárias. Segundo a APA (2010), “a percepção da distribuição espacial dos usos (análise funcional) é de extrema importância na caracterização funcional de um aglomerado, estando directamente relacionado com a geração e atracção de tráfego”.

Nesta etapa do estudo pretende-se abordar a acessibilidade potencial através dos modos suaves aos locais relativos a serviços básicos e actividades de lazer comumente procuradas, complementando a análise, mais aprofundada, das viagens pendulares. Embora a procura destes locais seja variável, a necessidade de deslocação que lhes está associada influencia também naturalmente o desempenho energético das diferentes unidades territoriais em análise. A avaliação das condições de acessibilidade permite ainda identificar áreas do território saturadas ou deficientemente servidas por infra-estruturas cujos usos ou densidades de ocupação devam ser ajustados (IMTT 2011c).

As distâncias euclidianas estudadas – 500m, 1 km e 2km – permitem averiguar acerca da proporção da população que tem oportunidade de se deslocar através dos diferentes modos suaves (a pé ou de bicicleta) a um conjunto distinto de serviços e equipamentos em cada freguesia. Assim, a distância de:

- 500 metros refere-se à distância máxima onde o modo pedonal é o mais competitivo;
- 1 quilómetro à distância em que a deslocação a pé perde para outros modos de transporte, designadamente a bicicleta, sendo ainda passível de ser percorrida a pé;
- 2 quilómetros representa a distância em que a bicicleta se torna no modo de transporte mais competitivo – caso as condições ao nível do espaço público o permitam.

Nos mapas apresentados na Figura 5.35 pode observar-se o conjunto de locais referente a cada uma das tipologias estudadas – Administração pública, Cultura e lazer, Desporto, Ensino, Espaços verdes, Mercados e comércio e Saúde – e o seu alcance. Neles, as diferentes distâncias em estudo são representadas por *buffers* de tons diferentes da mesma cor.

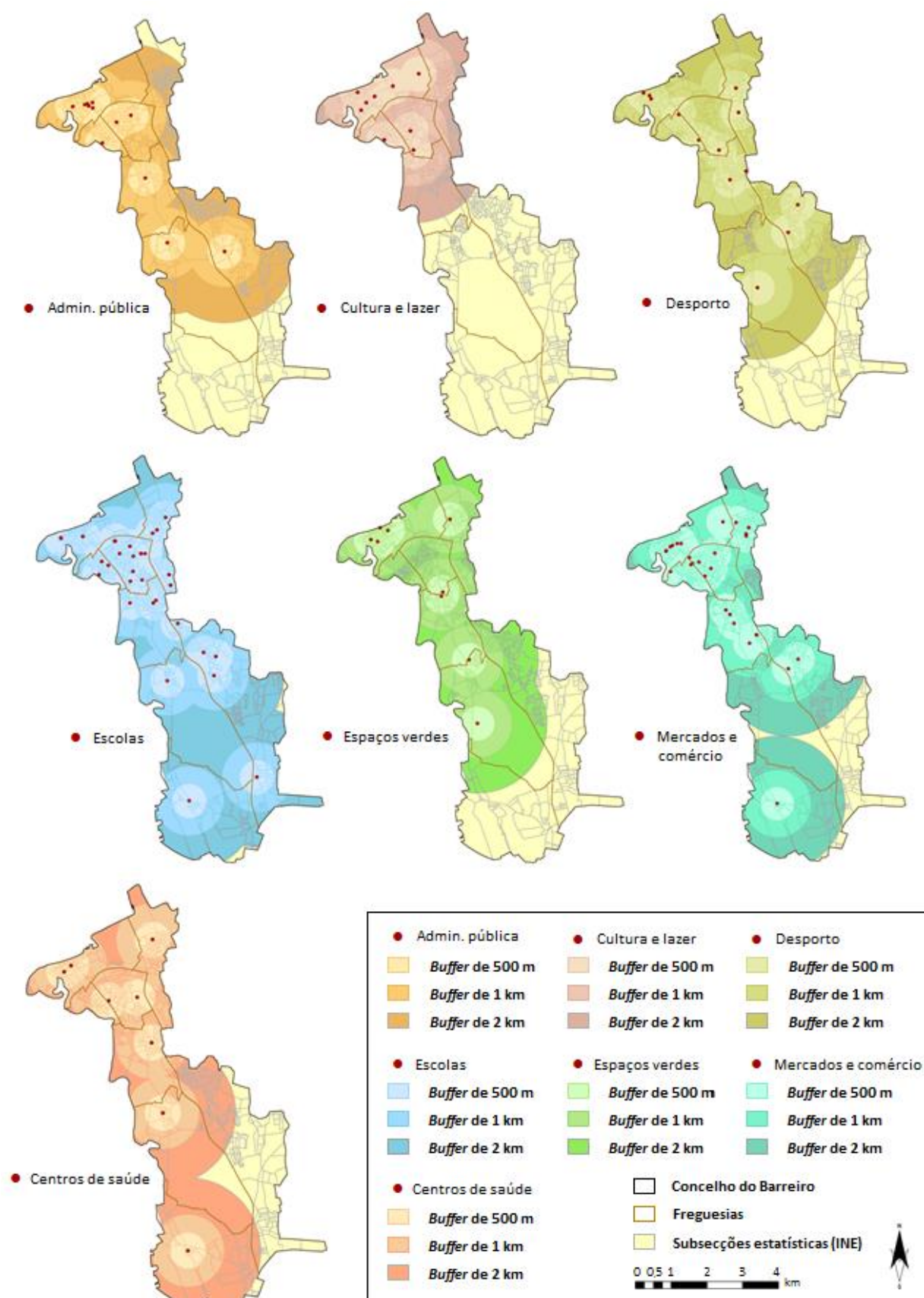


Figura 5.35. Localização dos diferentes tipos de serviços básicos e actividades de lazer seleccionados e respectivos buffers de 500m, 1km e 2km

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De um modo geral, é evidente que as freguesias mais a Norte apresentam não só um conjunto de serviços e equipamentos mais diversificado como em algumas das temáticas constituem as únicas freguesias a possuir tal oferta. Pelo contrário, a provisão de oportunidades de lazer e serviços básicos nas freguesias localizadas a Sul é mais escassa, o que se traduz em distâncias de deslocação maiores na procura destes locais.

Uma vez que a distribuição dos equipamentos e infra-estruturas relativos às diferentes tipologias não é homogénea ao longo do território, a área acessível através dos modos suaves e a população abrangida por esta são variáveis. De seguida apresentam-se duas tabelas que sumarizam os resultados obtidos – Tabela 5.5 e Tabela 5.6.

Tabela 5.5. Proporção da área das freguesias acessível a 500m, 1km e 2km a cada uma das tipologias de serviços e actividades seleccionadas por freguesia

	Barreiro	Lavradio	Palhais	Santo André	Verderena	Alto do Seixalinho	SAC	Coima
Proporção da área das freguesias acessível (%) – <i>buffer</i> de 500 m								
Cultura	70,0	5,8	0	7,2	79,7	54,7	0	0
Desporto	31,5	35,5	14,4	41,6	70,4	57,9	16,7	0
Espaços verdes	42,0	20,3	17,6	30,9	0,2	18,1	0	0
Saúde	26,6	31,9	11,0	23,9	45,1	57,3	0	12,0
Mercados	63,6	36,3	3,8	59,0	94,5	70,7	14,6	12,0
Administrativos	38,7	0,1	11,5	28,0	75,0	57,2	9,5	0
Ensino	50,1	49,7	18,0	47,0	90,9	99,9	29,3	12,9
Proporção da área das freguesias acessível (%) – <i>buffer</i> de 1 km								
Cultura	96,2	51,0	0	33,8	100,0	99,9	0	0
Desporto	78,9	67,2	49,4	83,5	100,0	100,0	36,0	1,1
Espaços verdes	95,6	71,2	56,0	88,3	62,8	77,4	6,1	1,0
Saúde	81,7	91,5	32,2	84,9	97,2	99,9	3,3	41,3
Mercados	97,0	74,2	18,6	98,5	100,0	99,9	34,0	46,3
Administrativos	79,3	20,8	40,2	93,2	100,0	99,2	30,1	0
Ensino	88,4	79,2	54,3	89,6	100,0	99,9	60,7	52,0
Proporção da área das freguesias acessível (%) – <i>buffer</i> de 2 km								
Cultura	100,0	99,9	0	83,5	100,0	99,9	1,9	0
Desporto	100,0	99,1	90,1	100,0	100,0	99,9	58,2	18,1
Espaços verdes	100,0	99,9	90,2	100,0	100,0	99,9	41,3	18,1
Saúde	100,0	99,9	87,9	100,0	100,0	99,9	35,6	96,7
Mercados	100,0	99,9	90,7	100,0	100,0	99,9	57,8	96,1
Administrativos	100,0	77,1	74,8	100,0	100,0	99,9	71,0	0,2
Ensino	100,0	99,9	100,0	100,0	100,0	99,9	98,5	97,1

O conjunto dos locais de ensino é aquele cujas localizações permitem as maiores oportunidades de deslocação através dos modos suaves às três distâncias estudadas no que diz respeito à cobertura espacial. No entanto, será analisado com maior detalhe mais à frente neste capítulo uma vez que os diferentes ciclos que compõem este conjunto apresentam distribuições espaciais distintas para além de que as opções de deslocação da população-alvo desta faixa etária são diferentes em cada ciclo.

A seguir aos locais de ensino, o conjunto de locais cuja densidade por freguesia proporciona as maiores área de acesso através dos modos suaves em geral, ou seja, às três distâncias em estudo, é relativo aos “Mercados e comércio”. Esta tipologia inclui mercados, supermercados e centros comerciais. Verifica-se que a presença destes nas freguesias de Palhais, Santo António da Charneca e Coina é, no entanto, muito inferior à das freguesias mais a Norte. O mesmo acontece com as outras tipologias de serviços e equipamentos. Destaca-se o caso da freguesia da Verderena que, a uma distância de 500 metros, apresenta um índice de cobertura espacial relativo aos “Espaços Verdes” semelhante ao de Santo António da Charneca e Coina, quase nulo. Também na freguesia do Lavradio qualquer local da tipologia “Administração pública” existente na sua envolvente encontra-se num raio superior a 500 metros, à semelhança do que acontece em Coina. É de notar que a tipologia “Cultura e lazer”, abrangendo bibliotecas, cinemas e salas de teatro e espectáculos, é aquela cuja oferta é menor, concentrando-se em apenas três das oito freguesias do Barreiro – Barreiro, Verderena e Alto do Seixalinho.

Quanto aos resultados relativos ao *buffer* de 1 quilómetro, isto é, a área abrangida cujo acesso ao serviço ou equipamento pode ser realizado tanto a pé como de bicicleta, observa-se que todas as tipologias cobrem já uma parte significativa (>50%) do território das freguesias a Norte – Barreiro, Lavradio, Verderena, Alto do Seixalinho e Santo André. Com excepção da tipologia “Cultura” no que diz respeito à freguesia de Santo André. As freguesias de Palhais, Santo António da Charneca e Coina mantêm-se como aquelas que têm uma maior proporção do território a distâncias superiores à analisada, onde o acesso através do modo pedonal deixa de ser competitivo, dando potencialmente lugar à utilização da bicicleta.

Por fim, à distância de 2 quilómetros observa-se que a totalidade da área das freguesias do Barreiro, Verderena e Alto do Seixalinho se encontra coberta por todas as tipologias de serviços e equipamentos analisadas. O mesmo acontece na freguesia de Santo André e do Lavradio à excepção da tipologia “Cultura” e “Administração pública”, respectivamente. A esta distância, as freguesias de Palhais, Santo António da Charneca e Coina mantêm-se como aqueles que têm uma maior proporção do seu território a distâncias superiores à estudada. No entanto, esta proporção na freguesia de Palhais é deveras mais reduzida quando em comparação com as outras duas. De um modo geral, o concelho do Barreiro apresenta uma proporção elevada da área acessível através da bicicleta.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os índices de acessibilidade potencial da população calculados variam entre 0 e 1, o que significa que nenhuma pessoa ou toda a população tem a oportunidade de se deslocar a pé ou de bicicleta a pelo menos um dos locais seleccionados de cada tipologia de serviço ou actividade.

Tabela 5.6. Índice de acessibilidade da população a 500m, 1km e 2km de cada uma das tipologias de serviços e actividades seleccionadas por freguesia

	Barreiro	Lavradio	Palhais	Santo André	Verderena	Alto do Seixalinho	SAC	Coina
Índice de acessibilidade da população – <i>buffer</i> de 500 m								
Cultura	0,99	0,07	0	0,32	0,88	0,52	0	0
Desporto	0,92	0,55	0,01	0,84	0,87	0,56	0,40	0
Espaços verdes	0,94	0,38	0,68	0,65	0	0,11	0	0
Saúde	0,93	0,53	0,69	0,47	0,55	0,67	0	0,41
Mercados	0,99	0,64	0,03	0,84	0,96	0,85	0,42	0,40
Administrativos	0,96	0	0,64	0,63	0,88	0,75	0,11	0
Ensino	0,97	0,82	0,47	0,96	0,99	1	0,64	0,44
Índice de acessibilidade da população – <i>buffer</i> de 1 km								
Cultura	0,99	0,58	0	0,84	1	1	0	0
Desporto	0,99	1	0,35	1	1	1	0,76	0
Espaços verdes	0,99	0,89	0,96	1	0,55	0,67	0,23	0
Saúde	0,97	1	0,97	0,99	1	1	0,07	0,53
Mercados	0,99	0,73	0,72	1	1	1	0,74	0,62
Administrativos	0,99	0,13	1	0,97	1	1	0,37	0
Ensino	0,99	1	1	1	0,99	1	0,91	0,61
Índice de acessibilidade da população – <i>buffer</i> de 2 km								
Cultura	1	1	0	1	1	1	0,05	0
Desporto	1	1	1	1	1	1	0,86	0,03
Espaços verdes	1	1	1	1	1	1	0,79	0,03
Saúde	1	1	1	1	1	1	0,77	0,99
Mercados	1	1	1	1	1	1	0,88	0,99
Administrativos	1	1	1	1	1	1	0,89	0
Ensino	1	1	1	1	1	1	1	0,99

A determinação do índice de acessibilidade da população permite identificar a proporção da população de cada freguesia cujo acesso aos diferentes locais pode ser realizado através dos modos suaves. Facilmente se observa a existência de valores elevados deste índice tanto a 500 m como a 1 quilómetro para a maioria das freguesias. Tal significa que o nível de acessibilidade da população através dos modos suaves a um conjunto variado de serviços e equipamentos é consideravelmente

bom. Nesta avaliação, apenas se considera a localização dos equipamentos e infra-estruturas face à população residente sendo que existe um conjunto de outros parâmetros determinantes na escolha do modo de transporte – qualidade das vias, seguranças das ruas e segurança rodoviária, condições meteorológicas, existência de estruturas de apoio aos modos suaves.

De acordo com estes resultados, verifica-se que a quase totalidade da população da freguesia do Barreiro pode utilizar a caminhada como modo de deslocação para aceder ao local mais próximo de qualquer tipologia de serviços ou actividades. Também as freguesias da Verderena e de Santo André apresentam índices de acessibilidade da população elevados para a maioria das tipologias a uma distância linear de 500 metros. Enquanto a maior parte da população de Santo António da Charneca e de Coina se encontra a distâncias destes locais cuja opção pelos modos suaves é desincentivada, o mesmo não acontece com a freguesia de Palhais cuja população com acesso a pelo menos metade das tipologias – Espaços verdes, Saúde e Administração Pública – a menos de 500 metros é maioritária.

Quando o *buffer* é ampliado para 1 quilómetro de distância a cada um dos locais seleccionados, verifica-se que quase toda a população tem a possibilidade de ser deslocar a pé ou de bicicleta para alcançar o equipamento ou infra-estrutura mais próxima de cada tipologia de serviço ou actividade. Tal é particularmente verdade para as freguesias do Barreiro, Santo André, Verderena e Alto do Seixalinho. É de notar que, de facto, a localização actual dos equipamentos de cultura não concretiza esta oportunidade de forma homogénea ao longo do território, sendo que não existe nenhum local desta tipologia a menos de 1 quilómetro de qualquer indivíduo da população de Palhais, Santo António da Charneca e Coina. Também a localização de novos locais de desporto nas freguesias de Palhais e Coina e de novos espaços verdes nas freguesias de Santo António da Charneca e Coina favorecerá a utilização dos modos suaves na procura deste tipo de locais.

À distância de 2 quilómetros praticamente toda a população do concelho tem a possibilidade de aceder comodamente de bicicleta a pelo menos um dos locais identificados de cada tipologia. As freguesias de Santo António da Charneca e de Coina são aquelas que apresentam mais uma vez os índices mais baixos, sendo diminuta ou mesmo nula a população da freguesia de Coina que se encontra a menos de 2 quilómetros de quatro das sete tipologias analisadas. Os locais de “Cultura e lazer” mantêm-se inacessíveis à população das freguesias de Palhais, Santo António da Charneca e Coina.

Nesta etapa criou-se um indicador em que todas as tipologias de serviços e equipamentos são consideradas em conjunto visando identificar as freguesias em que mais de metade da sua população se encontra a cada distância em estudo de pelo menos um determinado número de serviços ou

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

equipamentos. O objectivo é o de comparar as diferentes freguesias acerca das oportunidades que estas oferecem a distâncias acessíveis através dos modos suaves.

Assim, nas Figuras 5.36, 5.38 e 5.40 mostra-se este indicador sob a forma de mapa para as distâncias de 500 metros, 1 quilómetro e 2 quilómetros, respectivamente. Nesta análise apenas se consideraram seis das sete tipologias iniciais – Administração pública, Cultura e lazer, Desporto, Espaços verdes, Mercados e comércio e Saúde.

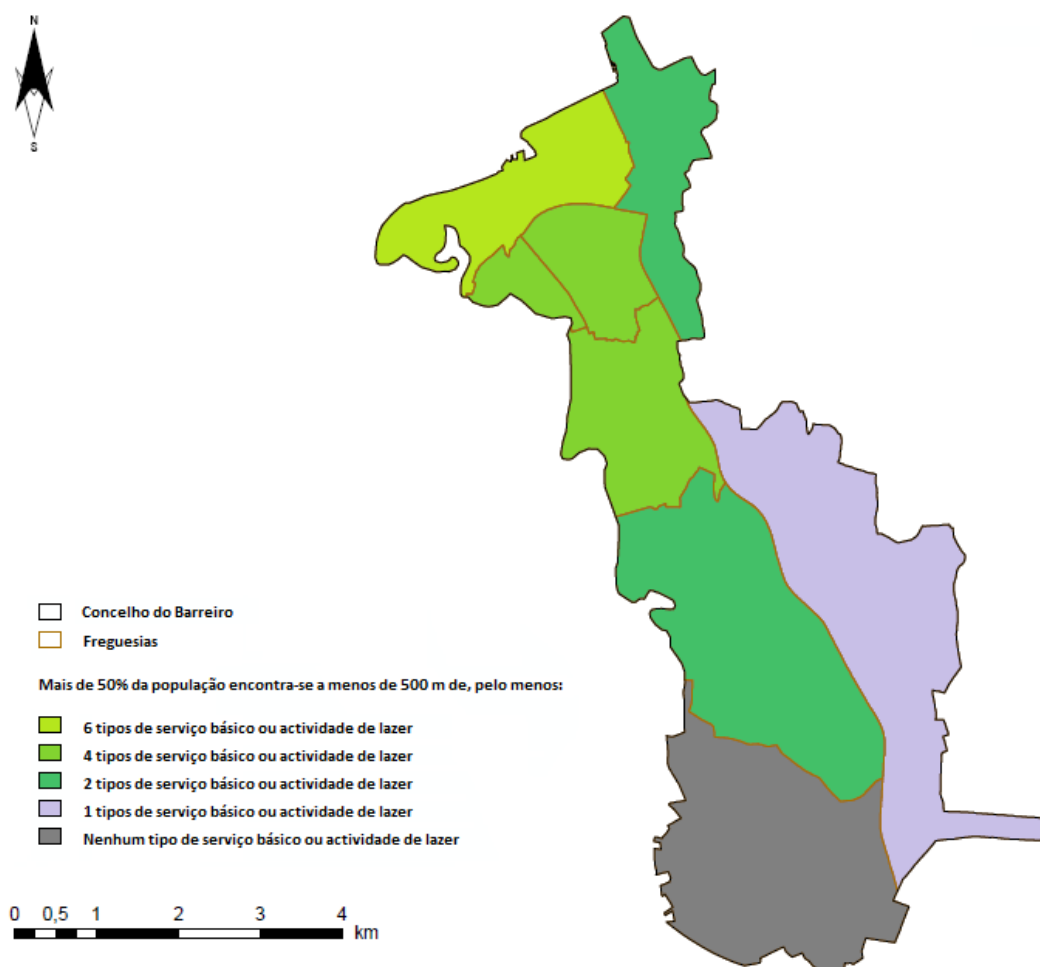


Figura 5.36. Acessibilidade ao conjunto de tipologias de serviços e actividades a 500 m por freguesia

Com mais de 50% da população sem qualquer tipo de equipamento ou infra-estruturas de serviços ou actividades a menos de 500 metros de distância, a freguesia de Coina apresenta-se como a freguesia mais desprivilegiada do Concelho. É assim aquela cuja população mais dificilmente utiliza a caminhada como modo de deslocação. Também a população da freguesia de Santo António da Charneca, apresenta níveis baixos de acessibilidade a pé na procura de serviços básicos e actividades de lazer, sendo que mais de 50% da população tem acesso apenas a pelo menos um tipo de serviço ou actividade.

Nas freguesias de Palhais e do Lavradio, mais de metade da população tem a possibilidade de se deslocar a pé pelo menos até dois tipos diferentes de serviços e actividades. Embora ambas apresentem um grau de acessibilidade da população superior ao das freguesias de Coina e Santo António da Charneca, considera-se que a diversidade representada no número de serviços passíveis de serem acedidos a pé por mais de metade da população não é satisfatório. Isto porque quando se tem em conta o número de tipologias identificadas, se depreende um volume maior de deslocações na procura de outro tipo de serviços e actividades.

A localização dos diferentes tipos de locais nas freguesias de Verderena, Alto do Seixalinho e Santo André permite que mais de metade da população destas freguesias tenha acesso a pé a pelo menos quatro tipos de serviços e actividades, podendo considerar-se que apresentam um grau de acessibilidade bom. É a freguesia do Barreiro que providencia à sua população o melhor nível de acessibilidade a pé, encontrando-se mais de 50% da sua população a menos de 500 metros de pelo menos seis equipamentos ou infra-estruturas diferentes de serviços básicos ou actividades.

No gráfico da Figura 5.37 a proporção da população de cada freguesia que se encontra a menos de 500 metros dos locais seleccionados encontra-se desagregada por número específico de serviços ou actividades passíveis de serem alcançados a pé.

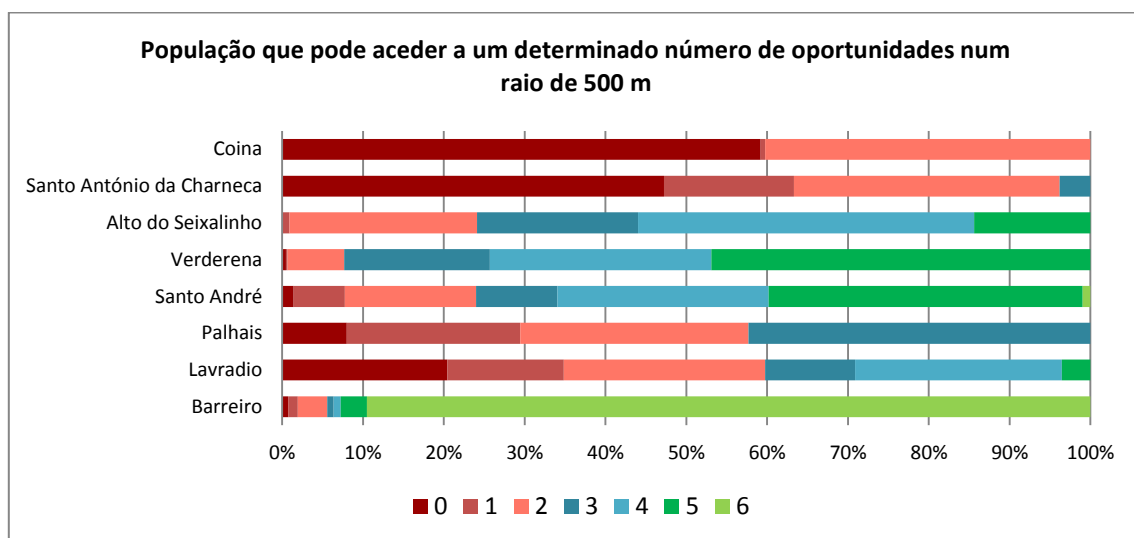


Figura 5.37. Proporção da população de cada freguesia do concelho do Barreiro que pode aceder a pé (500 m) um determinado número de serviços e actividades

É assim possível observar o número de oportunidades que estão à disposição da população de cada freguesia a uma distância passível de ser percorrida a pé. Quanto maior for o número de oportunidades nesta situação, mais provável é que a dependência do automóvel privado e mesmo

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

do transporte público rodoviário seja menor o que por sua vez implica menores consumos de energia nas deslocações.

Quando esta análise é feita considerando a distância de 1 quilómetro é apenas natural que o grau de acessibilidade da população seja maior, ou seja, que uma maior proporção da população tenha acesso a um número de serviços e actividades mais elevado. Neste caso, tanto o modo pedonal como a bicicleta constituem opções viáveis de deslocação, podendo observar-se na Figura 5.38 o grau de acessibilidade potencial de cada freguesia a 1 quilómetro.

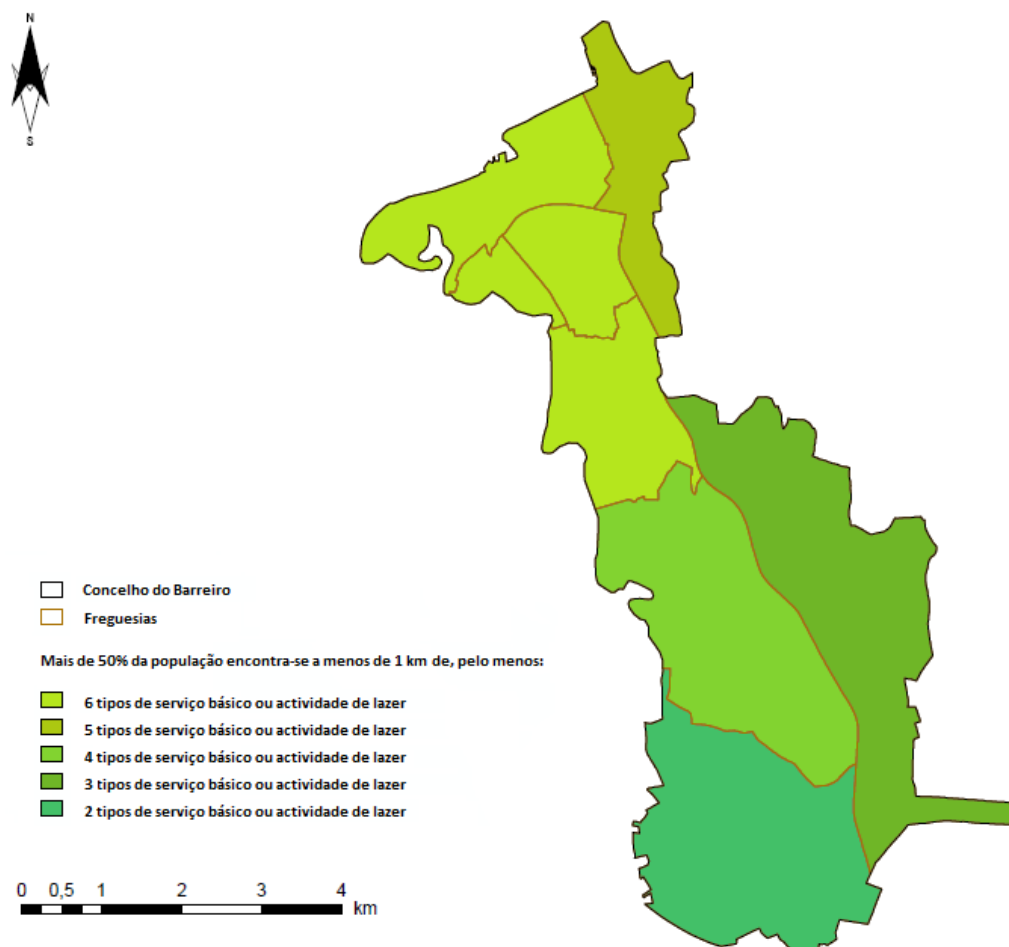


Figura 5.38. Acessibilidade ao conjunto de tipologias de serviços e actividades a 1 km por freguesia

As freguesias de Coina e de Santo António da Charneca são aquelas que apresentam o menor nível de acessibilidade potencial a uma distância cuja opção de deslocação pode variar entre o modo pedonal e a bicicleta. Mais de metade da população da primeira encontra-se a menos de 1 quilómetro de pelo menos dois tipos de serviço básico ou actividade de lazer, enquanto da segunda, de três. Em comparação com as outras freguesias estes níveis de acessibilidade podem ser considerados como pouco satisfatórios.

Embora as freguesias do Lavradio e de Palhais tenham apresentado o mesmo nível de acessibilidade a uma distância de 500 metros, à distância de 1 quilómetro este diferencia-se. Na freguesia de Palhais mais de metade da população tem a possibilidade de se deslocar a pé ou de bicicleta até pelo menos quatro tipos de serviços e actividades. Já na freguesia do Lavradio, pelo menos cinco locais de diferentes tipologias podem ser alcançados a pé ou de bicicleta por mais de metade da população. Tal deve-se provavelmente à proximidade de freguesias cuja densidade de equipamentos e infra-estruturas de serviços e actividades é maior.

O melhor nível de acessibilidade potencial através do modo pedonal ou de bicicleta é observável em quatro das oito freguesias – Barreiro, Verderena, Alto do Seixalinho e Santo André – encontrando-se mais de 50% da população destas a menos de 1 quilómetro de pelo menos seis equipamentos ou infra-estruturas de diferentes serviços básicos e actividades de lazer.

No gráfico da Figura 5.39 a proporção da população de cada freguesia que se encontra a menos de 1 quilómetro dos locais seleccionados encontra-se desagregada por número específico de serviços ou actividades passíveis de serem alcançados comodamente de bicicleta ou, ainda, a pé.

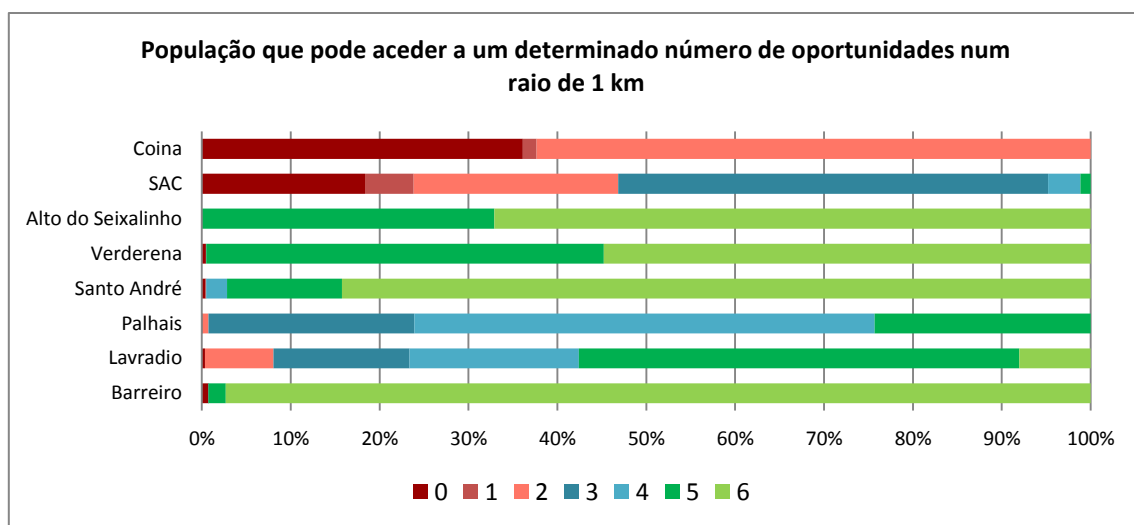


Figura 5.39. Proporção da população de cada freguesia do concelho do Barreiro que pode aceder a pé ou de bicicleta (1 km) um determinado número de serviços e actividades

Na Figura 5.39 pode observar-se que as freguesias de Coima e Santo António da Charneca apresentam ainda, a esta distância, uma proporção significativa da população cujo acesso através de um dos modos suaves para a realização das deslocações quotidianas associadas às diferentes tipologias de serviços e equipamentos é nulo. A provisão de serviços e equipamentos nestas freguesias confirma-se deficiente, sendo necessário repensar a presença/ ausência dos seus usos.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por fim, este indicador foi determinado para a distância de 2 quilómetros de modo a averiguar acerca da acessibilidade potencial de cada freguesia ao conjunto de serviços e equipamentos em estudo através da bicicleta. À distância de 2 quilómetros não só aumenta a proporção da população abrangida a uma distância percorrível através dos modos suaves, devido ao possível uso da bicicleta neste caso, como o indicador se torna mais homogéneo ao longo do concelho o que significa que a esta distância o nível de acessibilidade potencial de cada freguesia se aproxima do melhor valor possível.

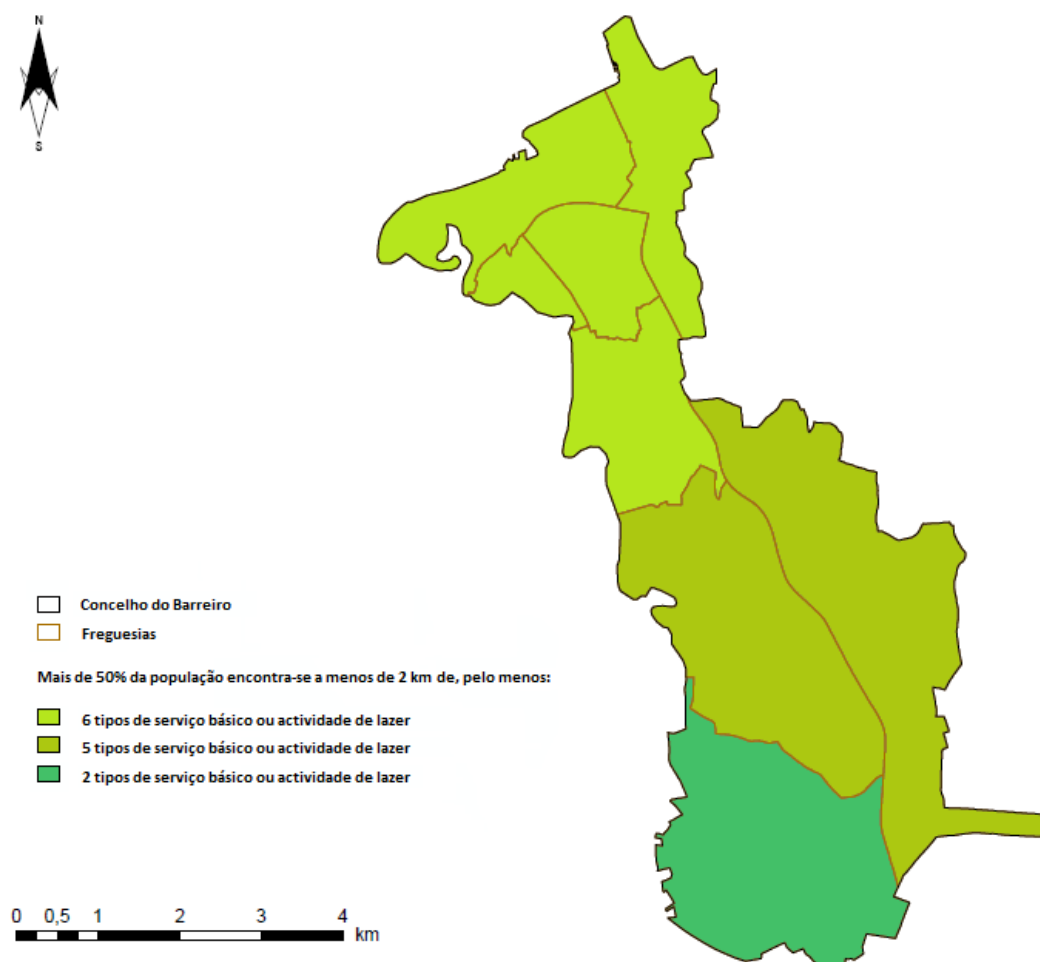


Figura 5.40. Acessibilidade ao conjunto de tipologias de serviços e actividades a 2 km por freguesia

Pela visualização do mapa da Figura 5.40 verifica-se que mais de metade da população de sete das oito freguesias do concelho se encontram à distância de 2 km de pelo menos cinco tipologias diferentes de serviços e equipamentos. Uma distância passível de ser percorrida comodamente de bicicleta. Tal é indicativo do potencial de deslocação recorrendo a um modo de transporte energeticamente eficiente de mais de metade da população do concelho aos serviços e equipamentos que satisfazem as necessidades quotidianas.

A proporção da população de cada freguesia que se encontra a menos de 2 quilómetros dos locais seleccionados encontra-se desagregada no gráfico da Figura 5.41 por número específico de serviços ou actividades.

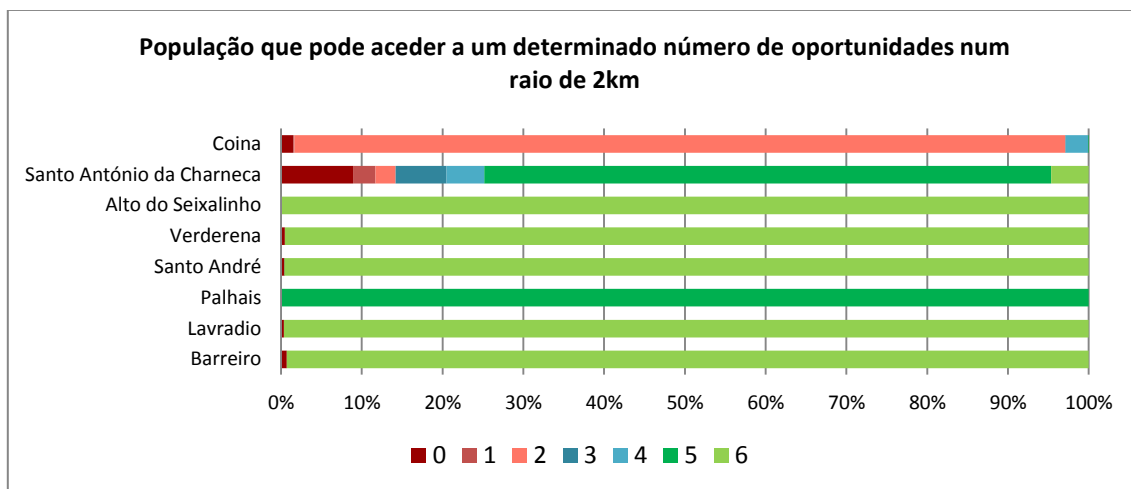


Figura 5.41. Proporção da população de cada freguesia do concelho do Barreiro que pode aceder de bicicleta (2 km) um determinado número de serviços e actividades.

No gráfico da Figura 5.41 pode observar-se o número de oportunidades que estão à disposição da população de cada freguesia a uma distância passível de ser percorrida de bicicleta. A freguesia de Coima, a mais distante dos principais aglomerados urbanos, é aquela cuja oferta de serviços e equipamentos a 2 km mais limita a utilização da bicicleta enquanto modo de deslocação por parte da sua população já que 97% desta tem acesso a apenas duas tipologias distintas de serviços e equipamentos. As freguesias de Palhais e Santo António da Charneca não atingindo o máximo valor do indicador alvitado apresentam uma acessibilidade potencial através da bicicleta elevada, com a totalidade e cerca de 75%, respectivamente, da sua população a menos de 2 km de pelo menos cinco tipologias diferentes.

Perante a oferta actual de equipamentos e infra-estruturas de serviços básicos e actividades de lazer em cada freguesia e os resultados aqui expostos que demonstram bons níveis de acessibilidade potencial recorrendo à bicicleta, realça-se o papel deste modo de transporte na substituição efectiva de uma proporção das deslocações realizadas de automóvel privado. Assim, o incentivo da utilização da bicicleta através do desenvolvimento de uma rede ciclável funcional acompanhada de um conjunto de estruturas de apoio e que se integre com a rede de transportes públicos é uma forma de reduzir a dependência do automóvel privado e consequentemente os consumos de energia das deslocações.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para compreender melhor a acessibilidade às escolas, responsáveis por um conjunto de deslocações distintas das que ocorrem em direcção às outras tipologias estudadas, analisou-se então o número de estudantes a frequentar cada ciclo que residem a três distâncias das escolas que leccionam o respectivo grau de ensino. As deslocações associadas aos locais de ensino têm não só um carácter diário, gerando um volume significativo de quilómetros percorridos ao longo do ano escolar, como podem contribuir para o congestionamento do tráfego nas horas de ponta aquando do momento de início e final das aulas. Estes são dois dos factores que implicam maiores consumos de energia nas deslocações rodoviárias, particularmente nas realizadas com o automóvel privado.

Na Figura 5.42 podem observar-se os locais de ensino referentes a cada ciclo de ensino e as distâncias consideradas na análise da sua acessibilidade potencial através dos modos suaves. É de notar que no caso das escolas do 1º ciclo as distâncias estudadas foram adequadas à faixa etária, tendo-se analisado uma distância adicional de 250 m, tida como a mais cómoda para percorrer a pé, e descartando-se a análise a 2 km, cujo modo associado é a bicicleta.

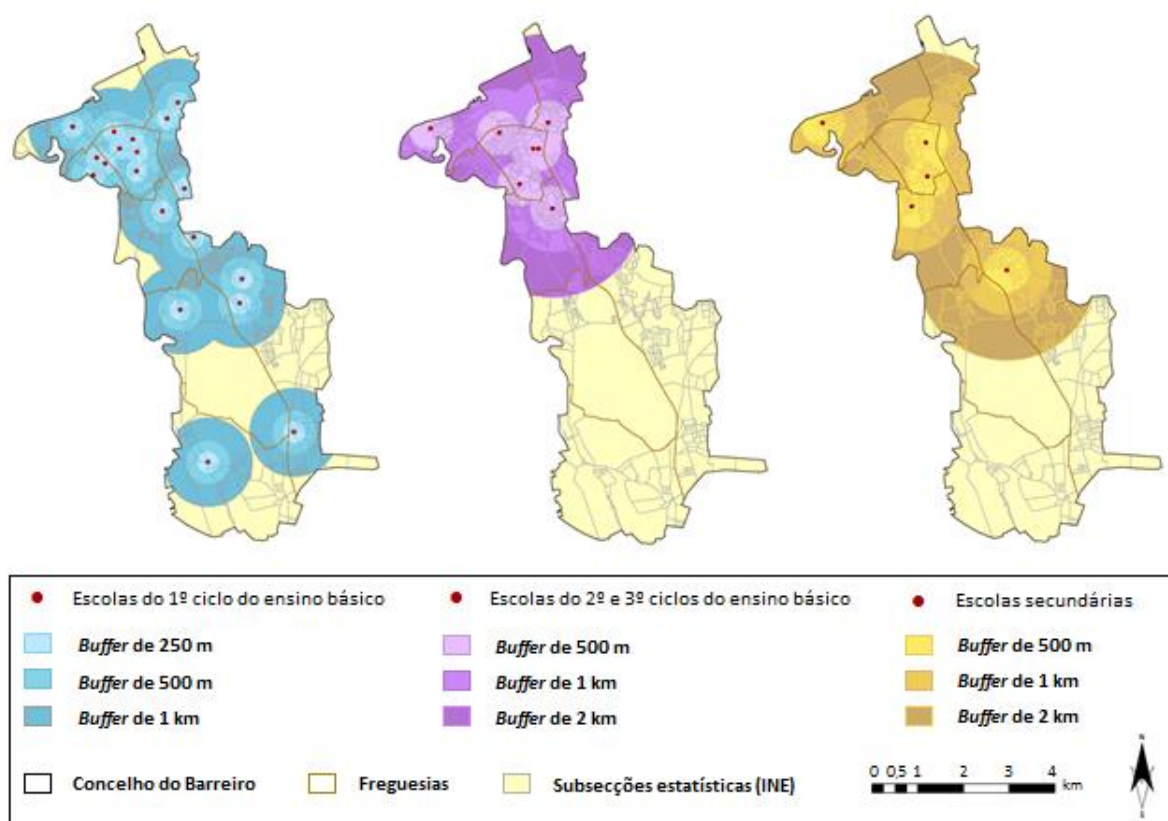


Figura 5.42. Localização dos locais de ensino identificados e respectivos buffers de 250m, 500m, 1km e 2km

Os resultados obtidos pela intersecção destes *buffers* com os dados da BGRI de 2011 encontram-se sumarizados na Tabela 5.7.

Tabela 5.7. Índice de acessibilidade da população estudante a 250 m, 500 m, 1 km e 2 km dos locais de ensino do ciclo correspondente por freguesia.

	Barreiro	Lavradio	Palhais	Santo André	Verderena	Alto do Seixalinho	SAC	Coina
Índice de acessibilidade da população estudante – <i>buffer</i> de 250 m								
EB1	0,36	0,36	0,14	0,19	0,66	0,63	0,25	0,31
Índice de acessibilidade da população estudante – <i>buffer</i> de 500 m								
EB1	0,97	0,73	0,56	0,58	0,95	0,99	0,54	0,42
EB2+3	0,42	0,31	0	0,66	0,04	0,82	0	0
Secundário	0,40	0,01	0	0,64	0,02	0,47	0,36	0
Índice de acessibilidade da população estudante – <i>buffer</i> de 1 km								
EB1	1	1	1	1	1	1	0,92	0,60
EB2+3	1	1	0	0,97	0,93	1	0,02	0
Secundário	0,97	0,56	0,54	0,98	0,30	0,96	0,74	0
Índice de acessibilidade da população estudante – <i>buffer</i> de 2 km								
EB2+3	1	1	0,73	1	1	1	0,31	0
Secundário	1	1	1	1	1	1	0,88	0

Relativamente às escolas primárias verifica-se que a maior parte da população estudante a frequentar esse nível de ensino nas freguesias do Alto do Seixalinho (0,66) e Verderena (0,63) pode facilmente deslocar-se a pé para a escola, quer seja através de iniciativas de acompanhamento das crianças por adultos da comunidade escolar até à escola, pelos próprios pais ou mesmo de forma autónoma. Apesar de as outras freguesias apresentarem proporções da população estudante a menos de 250 metros dos locais de ensino bem inferiores, são ainda assim consideráveis. Quando o *buffer* é alargado para os 500 metros, verifica-se um aumento significativo do índice em todas as freguesias, sendo que apenas na freguesia de Coina menos de metade da população estudante se encontra a esta distância (0,42). Embora o índice se mantenha inferior nesta freguesia (0,60) quando a distância em análise é aumentada para 1 quilómetro, pode observar-se que a quase totalidade da população estudante nas outras freguesias tem a possibilidade de se deslocar de bicicleta até ao local de ensino mais próximo. Considera-se que a distância de 2 quilómetros fica fora do alcance razoável para crianças desta faixa etária.

As escolas do 2º e 3º ciclo de ensino existem em menor número no concelho, concentrando-se nas freguesias do Barreiro, Lavradio, Alto do Seixalinho e Santo André. Esta é a razão pela qual, à distância de 500 metros a população estudante do 2º e 3º ciclo das freguesias de Palhais, Santo António da Charneca e Coina não se encontra abrangida por qualquer estabelecimento de ensino

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

para o respectivo ciclo de estudos. Tal significa que a população estudante destas freguesias depende de outros modos de transporte para se deslocar até um local de ensino. Enquanto se verifica que uma proporção significativa da população estudante destes ciclos das freguesias de Palhais e de Santo António da Charneca se encontra entre 1 quilómetro e 2 quilómetros de distância do local de ensino mais próximo, o que significa que a bicicleta é uma opção viável, a população estudante da freguesia de Coina está inteiramente dependente de modos de deslocação que não os modos suaves para a realização do percurso entre a casa e a escola.

Quanto ao grau de acessibilidade pelos modos suaves aos locais de ensino deste ciclo de estudos das outras freguesias, é de referir que apenas nas freguesias de Santo André e do Alto do Seixalinho mais de metade da população estudante tem acesso a menos de 500 metros do local de ensino mais próximo. E que a quase totalidade da população estudante da freguesia de Verderena se encontra entre os 500 metros e 1 quilómetro onde a opção pelo modo pedonal ou pela bicicleta é viável. Nas restantes freguesias, à excepção de Coina e Santo António da Charneca, a quase totalidade da população tem a possibilidade de se deslocar de bicicleta.

Também os locais de ensino do secundário são poucos em número encontrando-se apenas em quatro das oito freguesias. A freguesia de Coina, mais uma vez, é desprivilegiada em relação às outras freguesias sendo nula a população estudante deste ciclo que tem a possibilidade de se deslocar ao local de ensino mais próximo recorrendo aos modos suaves. Nas freguesias do Lavradio, Palhais e Verderena a população estudante que reside a menos de 500 metros é também desprezável. Verifica-se que mais de metade da população das freguesias do Lavradio (0,56) e de Palhais (0,54) se encontra, no entanto, a menos de 1 quilómetro o que revela que a utilização tanto do modo pedonal como da bicicleta no percurso entre a casa e a escola é uma opção. A quase totalidade da população estudante de todas as freguesias, com a excepção de Coina, é abrangida pelo *buffer* de 2 quilómetros. É de notar que apenas na freguesia de Santo André mais de metade da população se encontra a menos de 500 metros do local de ensino mais próximo, podendo deslocar-se a pé.

Através desta análise verifica-se que existem freguesias claramente desfavorecidas no que diz respeito à oferta de serviços básicos e actividades de lazer – tanto ao nível do número de equipamentos e infra-estruturas existentes, como em relação às distâncias a que estes se encontram dos núcleos residenciais. Tal implica que a procura dos diversos locais por parte da população destas freguesias seja dependente de veículos motorizados, nomeadamente do automóvel particular. A localização de novos equipamentos e infra-estruturas deve ser estudada por forma a cobrir as necessidades da população de todas as freguesias e proporcionar uma maior acessibilidade através de modos de deslocação mais sustentáveis, incentivando a redução dos níveis de utilização do

automóvel particular. Com esta abordagem é possível atingir um melhor desempenho energético associado ao sector dos transportes tanto das freguesias como do concelho.

A análise aqui realizada foca-se na distância entre os núcleos urbanos e os diferentes serviços básicos e actividades de lazer commumente procurados e no possível impacte que esta procura possa ter ao nível dos consumos energéticos relativos às deslocações. No entanto, a oferta destes locais, nomeadamente de actividades de lazer, ao contribuir para uma ocupação dos tempos livres mais direccionada para o ambiente exterior pode também influenciar os consumos energéticos relativos à utilização de equipamentos electrónicos em casa. Uma vez que este é um dos factores que mais contribui para os consumos energéticos no sector doméstico, considera-se pertinente uma análise neste sentido.

6. CONCLUSÕES

A hipótese que esteve na base desta dissertação foi a existência de uma relação entre a estrutura territorial e os consumos energéticos. Verificou-se que há uma multiplicidade de interacções no sistema urbano que têm implicações energéticas. Contudo, a atenção foi focada no sector dos transportes uma vez que se concluiu ser o sector onde os consumos energéticos associados aos padrões de ocupação do território têm maior expressão.

O concelho do Barreiro apresenta um conjunto de freguesias cuja variedade de padrões de urbanização proporciona uma análise comparativa das suas características. O que permite aferir acerca das implicações destas no desempenho energético de cada freguesia.

Constatou-se que o tecido urbano, nomeadamente o tecido urbano descontínuo, cresceu nas últimas duas décadas apesar do decréscimo populacional. A expansão da área urbana ocorreu de forma rápida e dispersa, sendo as freguesias periurbanas as principais representantes da evolução verificada. Este fenómeno confirma a tendência de urbanização típica dos países ibéricos em redor das principais cidades, onde a construção contínua em direcção às periferias vem criar um desequilíbrio nas interacções características do território.

A análise da distribuição modal das deslocações pendulares permitiu verificar que a representação do automóvel privado não só é maior nas freguesias periurbanas, como a sua utilização cresceu na última década. Tal implica maiores consumos energéticos, o que foi verificado pela análise dos consumos anuais de energia *per capita* nas deslocações pendulares por freguesia. Constatou-se que as freguesias periurbanas são aquelas cujo desempenho energético é pior. A análise realizada permitiu observar a existência de uma relação entre padrões de ocupação dispersos e uma maior dependência do automóvel ligeiro e concluir acerca da sua implicação nos consumos energéticos.

A análise desenvolvida permitiu ainda identificar um conjunto de outras relações que influenciam as opções de mobilidade. Verificou-se que a população das freguesias periurbanas tem acesso a um menor conjunto de oportunidades através dos modos suaves: a densidade inferior de serviços e equipamentos nas áreas periurbanas implica maiores distâncias a percorrer. Ao mesmo tempo, verificou-se que a maioria da população do concelho tem acesso a menos de dois quilómetros a pelo menos cinco tipologias diferentes de serviços ou equipamentos o que indica o potencial de utilização da bicicleta na satisfação das necessidades de deslocação diárias da população do concelho.

A análise composta da cobertura temporal e populacional do principal modo de transporte colectivo no Barreiro – os autocarros da TCB – veio mostrar que as carreiras periurbanas providenciam um serviço insuficiente, o que constitui um desincentivo ao seu uso. Apesar da representação do

6 CONCLUSÕES

autocarro nas deslocações pendulares das freguesias periurbanas ser superior à de outras freguesias do concelho, constatou-se que foi nestas que ocorreu a maior diminuição do uso do autocarro na última década. Às condicionantes espaciais das freguesias periurbanas acrescem assim os constrangimentos à mobilidade sustentável que remetem a satisfação das necessidades de deslocação da população para o automóvel privado. É particularmente nestas freguesias, caracterizadas por uma ocupação do território difusa, que a situação é mais grave. A variação da distribuição modal consoante o destino veio ainda demonstrar a importância na escolha do modo de transporte da existência de infra-estruturas de transporte público que proporcionem ligações interconcelhias directas.

A implicação do padrão de ocupação no consumo energético releva a necessidade de recorrer a medidas de ordenamento do território enquanto ferramentas de controlo da dispersão urbana. Este pode ser realizado consolidando o tecido urbano existente, requalificando os espaços devolutos nos centros urbanos e restringindo a expansão da construção. Em casos em que a dispersão urbana já ocorreu, um planeamento que contemple a diversidade de usos e funções aumenta o acesso a pé aos diferentes locais. Tal é determinante na criação de novas centralidades que pretendam reduzir a dependência do automóvel ligeiro. O potencial de utilização dos modos suaves pode também ser estimulado através do desenvolvimento de uma rede ciclável planeada. A integração deste modo de transporte com o sistema de transportes públicos não deve ser ignorada, atendendo ao facto de que pode constituir uma forma de alimentar um sistema de transportes cuja tendência de procura, a nível nacional, tem vindo a decrescer.

Uma estrutura territorial que se fundamente em critérios de eficiência energética e conservação de energia permitirá criar cidades com uma maior capacidade de adaptação às necessidades futuras de uma população urbana crescente. Para que cidades com o melhor desempenho energético possível se cumpram no futuro, o envolvimento, a iniciativa e o compromisso das autarquias são imprescindíveis. Acresce a necessidade de considerar a energia enquanto um elemento transversal nas decisões de ordenamento do território e planeamento urbano por forma a que os desenvolvimentos urbanos futuros ocorram de forma estratégica. Não só o consumo de energia é influenciado pelas diferentes opções de ordenamento do território e planeamento urbano, como ao mesmo tempo muitas das soluções adequadas à redução do consumo energético se coadunam com os objectivos últimos de várias outras áreas de trabalho neste contexto – urbanismo, sistema de transportes, saúde, economia.

A escala da análise realizada, devido à indisponibilidade de informação, não costuma ser a utilizada em análises espaciais. No entanto, em concelhos de média ou grande dimensão, com maior número de freguesias, a existência de características bem distintas – tanto ao nível do uso do solo, como da

qualidade da rede de serviços básicos como da própria identidade cultural – solicita uma abordagem diferenciada. A complexidade da temática abordada requer também uma análise vocacionada dos vários sectores do sistema urbano sem detrimento das relações de interdependência existentes entre os mesmos.

Neste sentido, a elaboração de planos energéticos municipais consiste numa oportunidade de identificar as questões fulcrais relativas ao desempenho energético do município e integrá-las no desenvolvimento do território. Ao mesmo tempo permite a angariação de fundos europeus. Como em todos os processos de planeamento urbano, o envolvimento da população neste modo diferente de planear a cidade é deveras importante. Pois a vivência das diversas comunidades será tanto mais intensa quanto maior for a adequação do planeamento às suas necessidades. A definição de um conjunto de directrizes a seguir num trabalho de tal envergadura é um desenvolvimento a aguardar neste âmbito bem como a definição de um conjunto de indicadores que traduzam as relações entre a estrutura urbana e os consumos energéticos.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADENE. *ADENE - Agência para Energia*. 2012. <http://www.adene.pt/pt-pt/SubPortais/SCE/EdificiosCertificados/Paginas/default.aspx> (accessed 12 2012).
- AM&A. *Estratégia de desenvolvimento empresarial e urbano do Barreiro: diagnóstico de partida*. Augusto Mateus & Associados - Sociedade de Consultores, Lda., 2007.
- AML. "Reportagem: metro ligeiro Sul do Tejo arranca." *Metrópoles*, 2, 2012.
- APA. *Projecto Mobilidade Sustentável - Volume 1: concepção, principais conclusões e recomendações*. Agência Portuguesa do Ambiente, 2010.
- Bandeira, J., M. Coelho, M. Sá, R. Tavares, and C. Borrego. "Impact of land use on urban mobility patterns, emissions and air quality in a portuguese medium-sized city." *Science of the Total Environment*, 409, 2011: 1154–1163.
- Bart, I. "Urban sprawl and climate change: A statistical exploration of cause and effect, with policy options for the EU." *Land Use Policy*, 27, 2010: 283–292.
- Basset, D., J. Pucher, R. Buehler, D. Thompson, and S. Crouter. "Walking, cycling, and obesity rates in Europe, North America, and Australia." *Journal of Physical Activity and Health*, 5, 2008: 795-814.
- Batista, J., et al. *Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água*. LNEC, ISA, 2001.
- Bavoux, J.-J., F. Beaucire, L. Chapelon, and P. Zembri. *Géographie des Transports*. Armand Colin, 2005.
- Bertolini, L. "Sustainable urban mobility, an evolutionary approach." *European Spatial Research and Policy*, 12, 2005: 109-125.
- Bertolini, L., and F. Le Clercq. "Urban development without more mobility by car? Lessons from Amsterdam, a multimodal urban region." *Environment and Planning A*, 35, 2003: 575-589.
- Bertolini, L., F. le Clercq, and L. Kapoen. "Sustainable accessibility: a conceptual framework to integrate transport and land use plan-making. Two test-applications in the Netherlands and a reflection on the way forward." *Transport Policy*, 12, 2005: 207–220.
- Bouyer, J., C. Inard, and M. Musy. "Microclimatic coupling as a solution to improve building energy building energy simulation in an urban context." *Energy and Buildings*, 43, 2011: 1549–1559.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bovea, M., V. Ibáñez-Forés, A. Gallardo, and F Colomer-Mendoza. "Environmental assessment of alternative municipal solid waste management strategies. A Spanish case study." *Waste Management*, 30, 2010: 2383–2395.
- Brandoni, C., and F. Polonara. "The role of municipal energy planning in the regional energy-planning process." *Energy*, 48, 2012: 323-338.
- Bueno, G. "Analysis of scenarios for th reduction of energy consumption and GHG emissions in transport in the Basque Country." *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16, 2012: 1988-1998.
- Burchell, R., and D. Listokin. *Land, infrastructure, housing costs and fiscal impacts associated with growth: The literature on the impacts of sprawl versus managed growth*. Rutgers University, 1995.
- Caetano, M., V. Nunes, and A. Nunes. *CORINE Land Cover 2006 for Continental Portugal*. Relatório técnico, Instituto Geográfico Português, 2009.
- Camagni, R., M. Gibelli, and P. Rigamonti. "Urban mobility and urban form: The social and environmental costs of different patterns of urban expansion." *Ecological Economics*, 40, 2002: 199 – 216.
- CDC. *Kidswalk-to-school. A guide to promote walking to school*. U.S. Department of Health and Human Services. Centers for Disease Control and Prevention, 2008.
- CDC. *U.S. Department of Health and Human Services. Centers for Disease Control and Prevention*. 2008b. http://www.cdc.gov/nccdphp/dnpa/kidswalk/then_and_now.htm (accessed 11 23, 2012).
- CEC. *California's water - Energy relationship*. California Energy Commission, 2005.
- Chen, Y., X. Li, Y. Zheng, Y. Guan, and X. Liu. "Estimating the relationship between urban forms and energy consumption: A case study in the Pearl River Delta, 2005–2008." *Landscape and Urban Planning*, 102, 2011: 33-42.
- Chingcuanco, F., and E. Miller. "A microsimulation model of urban energy use: Modelling residential space heating demand in ILUTE." *Computers, Environment and Urban Systems*, 36, 2012: 186–194.
- Clark, T. "Metropolitan density, energy efficiency and carbon emissions: Multi-attribute tradeoffs and their policy implications." *Energy Policy*, 53, 2013: 413-428.
- CMB. *Câmara Municipal do Barreiro*. 2013a. <http://www.cm-barreiro.pt/> (accessed 10 2012).

- CMB. *Mapa Interactivo do Concelho do Barreiro*. 2013b. <http://mic.phinformatica.pt/barreiro/> (accessed 02 09, 2013).
- CMB. *Mapas de ruído - Relatório e anexos*. Câmara Municipal do Barreiro, 2010b.
- CMB. "Polos geradores/attractores de deslocações." Câmara Municipal do Barreiro, 2012.
- CMB. "Projecto "A pé para a escola" - Walk to school (Portugal)." Câmara Municipal do Barreiro, 2010a.
- CMB. *Quimiparque - Uma estratégia de desenvolvimento urbanístico*. Câmara Municipal do Barreiro, 2007.
- COM. "Communication from the Commission to the European Parliament and the Council on a thematic strategy on the urban environment." 2005.
- Comodi, G., L. Cioccolanti, and M. Gargiulo. "Municipal scale scenario: Analysis of an italian seaside town with MarkAL-TIMES." *Energy Policy*, 41, 2012: 303-315.
- Comodi, G., L. Cioccolanti, F. Polonara, and C. Brandoni. "Local authorities in the context of energy and climate policy." *Energy Policy*, 51, 2012: 737-748.
- Conti, E., et al. *School siting and school site design for a healthy community*. City of Hamilton Public Health Services, 2012.
- Cook, L. "Saving money and time with active school travel." Green Communities Canada, 2010.
- Cooley, H., and R. Wilkinson. *Implications of Future Water Supply Sources for Energy Demands*. WaterReuse Research Foundation, 2012.
- Costa, F., M. Alves, A. Ferreira, and D. Carvalho. "Projecto "A Pé para a Escola" - Mobilidade sustentável em comunidades escolares." Câmara Municipal do Barreiro, Câmara Municipal de Loures, 2011.
- Couch, C., and J. Karecha. "Controlling urban sprawl: some experiences from Liverpool." *Cities*, 23, 2006: 353-263.
- Cuenot, F., L. Fulton, and J. Staub. "The prospect for modal shifts in passenger transport worldwide and impacts." *Energy Policy*, 41, 2012: 98-106.
- Curtis, C. "Planning for sustainable accessibility: The implementation challenge." *Transport Policy*, 15, 2008: 104-112.
- de Monsabert, S., A. Bakhshi, C. Maas, and B. Liner. *Incorporating energy impacts into water supply and wastewater management*. ACEEE, 2009.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Descalaki, E., K. Droutsas, C. Balaras, and S. Kontoyiannidis. "Building typologies as a tool for assessing the energy performance of residential buildings – A case study for the Hellenic building stock." *Energy and Buildings*, 43, 2011: 3400-3409.
- Desideri, U., and S. Proietti. "Analysis of energy consumption in the high schools of a province in central Italy." *Energy Build*, 34, 2002: 1003–1016.
- DGEG. *Direcção Geral de Energia e Geologia*. 2012. <http://www.precoscombustiveis.dgeg.pt/> (accessed 11 20, 2012).
- DGEG. *Direcção Geral de Energia e Geologia*. 2010. <http://www.dgeg.pt/> (accessed 12 2012).
- Dieleman, F., and M. Wegener. "Compact city and urban sprawl." *Built Environment*, 30, 2004: 308–323.
- Dimoudi, A., and M. Nikolopoulou. "Vegetation in the urban environment: Microclimatic analysis and benefits." *Energy and Buildings*, 35, 2003: 69-76.
- Doick, K., G. Sellers, T. Hutchings, and J. Moffat. "Brownfield sites turned green: realizing sustainability in urban revival." *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, 94, 2006: 131-140.
- DTL. *Travelling to school: a good practice guide*. Department for Transport of London, 2003.
- EC. *European energy and transport trends to 2030*. European Commission, 2003.
- EC. *Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on the energy performance of buildings*. European Commission, 2001b.
- EC. "Roadmap 2050 - Key Figures." European Commission, 2011.
- EC. *White Paper - European transport policy for 2010: Time to decide*. European Commission, 2001a.
- Echenique, M., A. Hargreaves, G. Mitchell, and A. Namdeo. "Growing cities sustainably. Does urban form really matter?" *Journal of the American Planning Association*, 78, 2012: 121-137.
- Ecology Action Centre. "Reducing childhood obesity by increasing opportunities for active transportation." 2011.
- EEA. *European Environment Agency*. 2011. <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/consumption-by-mode-eu-1> (accessed 02 02, 2013).
- EEA. *TERM 2006 12b - Modal shares in passenger transport*. European Environment Agency, 2006a.

- EEA. *Urban sprawl in Europe: the ignored challenge*. European Environment Agency, 2006b.
- Ekins, P., and E. Lees. "The impact of EU policies on energy use in and the evolution of the UK built environment." *Energy Policy*, 36, 2008: 4580–4583.
- EMI. *A Strategic knowledge and research agenda on sustainable urban mobility*. European Metropolitan network Institute, 2012.
- EPA. *United States Environmental Protection Agency*. 2013. <http://www.epa.gov/heatisland/about/index.htm> (accessed 01 17, 2013).
- Ewing, R., and F. Rong. "The impact of urban form on U.S. residential energy use." *Housing Policy Debate*, 19, 2008: 1–29.
- Ewing, R., and R. Cervero. "Travel and the built environment." *Journal of the American Planning Association*, 76, 2010: 265-294.
- Fiaschi, D., R. Bandinelli, and S. Conti. "A case study for energy issues of public buildings and utilities in a small municipality: Investigation of possible improvements and integration with renewables." *Applied Energy*, 97, 2012: 101-114.
- Gaglia, A., C. Balaras, S. Mirasgedis, E. Georgopoulou, Y. Sarafidis, and D. Lalas. "Empirical assessment of the Hellenic non-residential building stock, energy consumption, emissions and potential energy savings." *Energy Conversion and Management*, 48, 2007: 1160-1175.
- Geerlings, H., and D. Stead. "The integration of land use planning transport and environment in european policy and research." *Transport Policy*, 10, 2003: 187–196.
- Genter, J., S. Donovan, B. Petrenas, and H. Badland. *Valuing the health benefits of active transport modes*. Research report 359, NZ Transport Agency , 2008.
- Georgi, J., and D. Dimitriou. "The contribution of urban green spaces to the improvement of environment in cities: case study of Chania, Greece." *Building and Environment*, 45, 2010: 1401–1414.
- Geurs, K., and B. van Wee. "Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: review and research directions." *Journal of Transport Geography*, 12, 2004: 127-140.
- Geurs, K., and J. Ritsema van Eck. *Accessibility measures: review and applications (RIVM Report 408505 006)*. National Institute of Public Health and the Environment, 2001.
- Geurs, K., B. Zondag, G. de Jong, and M. de Bok. "Accessibility appraisal of land-use/transport policy strategies: More than just adding up travel-time savings." *Transportation Research Part D*, 15, 2010: 382–393.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Gregório, V., and M. Martins. "Água e Energia - Conexões para uma nova sustentabilidade." 2011.
- Grosso, M. "Urban form and renewable energy potential." *Renewable Energy*, 15, 1998: 331-336.
- Halden, D. "Using accessibility measures to integrate land use and transport policy in Edinburgh and the Lothians." *Transport Policy*, 9, 2002: 313-324.
- Halden, D., D. McGuigan, A. Nisbet, and A. McKinnon. *Guidance on Accessibility Measuring Techniques*. Scottish Executive Central Research Unit, 2000.
- Hallet, K. *Energy intensity of water: Literature suggests increasing interest despite limited and inconsistent data*. ASME, 2011.
- Handy, S., and D. Niemeier. "Measuring accessibility: an exploration of issues and alternatives." *Environment and Planning A*, 29, 1997: 1175 – 1194.
- Handy, S., X. Cao, and P. Mokhtarian. "Correlation or causality between the built environment and travel behavior? Evidence from Northern California." *Transportation Research Part D*, 10, 2005: 427–444.
- Hausladen, G., M. de Saldanha, P. Liedl, and C. Sager. *Climate Design*. Birkhäuser Architecture, 2005.
- Heath, G., R. Brownson, J. Kruger, R. Miles, K. Powell, and L. Ramsey. "The effectiveness of urban design and land use and transport policies and practices to increase physical activity: a systematic review." *Journal of Physical Activity and Health*, 3, 2006: S55-S76.
- Hiremath, R., S. Shikha, and N. Ravindranath. "Decentralized energy planning; modeling and application - A review." *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 11, 2007: 729–752.
- Holden, E., and I. Norland. "Three challenges for the compact city as a sustainable urban form: household consumption of energy and transport in eight residential areas in the greater Oslo Region." *Urban Studies*, 42, 2005: 2145-2166.
- Huang, Y., H. Akbari, H. Taha, and A. Rosenfeld. "The potential of vegetation in reducing summer cooling loads in residential buildings." *Journal of Climate and Applied Meteorology*, 26, 1987: 1103–1116.
- IDAE. *PTT: Guía práctica para la elaboración e implantación de planes de transporte al centro de trabajo*. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, 2006.
- IEA. *World Energy Outlook*. International Energy Agency, 2008.
- IEA. *World Energy Outlook*. International Energy Agency, 2011.

- IMTT. "Coleccção de brochuras técnicas/temáticas - Políticas de estacionamento." Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres, I.P., 2011a.
- IMTT. "Guia para a elaboração de planos de mobilidade de empresas e pólos." Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres, I.P., 2011b.
- IMTT. "Guião orientador: Acessibilidades, mobilidade e transportes nos planos municipais de ordenamento do território." Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres, I.P., 2011c.
- INE. "Dados solicitados relativos aos Censos 2011." Instituto Nacional de Estatística, I.P., 2011d.
- INE. *Censos 2011 Resultados Definitivos - Portugal*. Instituto Nacional de Estatística, I.P., 2011c.
- INE. *Instituto Nacional de Estatística. Censos 2011 - Informação estatística*. 2011b.
http://censos.ine.pt/xportal/xmain?xpid=CENSOS&xpgid=censos2011_apresentacao
 (accessed 2 2013).
- INE. *Instituto Nacional de Estatística. Informação estatística - Dados estatísticos*. 2013b.
http://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_base_dados&contexto=bd&selTab=tab2
 (accessed 12 2012).
- INE. *Instituto Nacional de Estatística. Informação geográfica - Mapas Censos 2011 BGRI*. 2011a.
<http://mapas.ine.pt/map.phtml> (accessed 12 2012).
- INE. *Sistema de Informação Geográfica do Instituto Nacional de Estatística*. 2013a.
<http://sig.ine.pt/> (accessed 02 08, 2013).
- Iwalk. *International Walk to School*. 2012. <http://www.iwalktoschool.org/> (accessed 11 16, 2012).
- Jefferson, C. "Improving access by public transport." *Landscape and Urban Planning*, 35, 1996: 173-179.
- Jones, D. "Urbanization and energy." In *Encyclopedia of Energy*, by C. Cleveland, & R. Ayres, 329–335. Elsevier Academic Press, 2004.
- Kantzioura, A., P. Kosmopoulos, and S. Zoras. "Urban surface temperature and microclimate measurements in Thessaloniki." *Energy and Buildings*, 44, 2012: 63–72.
- Keirstead, J., and N. Shah. "Calculating minimum energy urban layouts with mathematical programming and Monte Carlo analysis techniques." *Computers, Environment and Urban Systems*, 35, 2011: 368-377.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Keirstead, J., M. Jennings, and A. Sivakumar. "A review of urban energy system models: Approaches, challenges and opportunities." *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16, 2012: 3847-3866.
- Kenway, S., et al. *Energy use in the provision and consumption of urban water in Australia and New Zealand*. CSIRO Australia and Water Services Association of Australia, 2008.
- Killoran, A., N. Doyle, S. Waller, C. Wohlgemuth, and H. Crombie. "Transport interventions promoting safe cycling and walking - evidence briefing." National Institute for Health and Clinical Excellence, 2006.
- Klevas, V., and M. Antinucci. "Integration of national and regional energy development programs in Baltic States." *Energy Policy*, 32, 2004: 345–355.
- Köhler, M., M. Schmidt, F. Grimme, M. Laar, V. Paiva, and S. Tavares. "Green roofs in temperate climates and in the hot-humid tropics - far beyond the aesthetics." *Environmental Management and Health*, 13, 2002: 382–391.
- Kolokotroni, M., I. Giannitsaris, and R. Watkins. "The effect of the London Urban Heat Island on building summer cooling demand and night ventilation strategies." *Solar Energy*, 80, 2006: 383–392.
- Kolokotroni, M., X. Ren, M. Davies, and A. Mavrogianni. "London's urban heat island: Impact on current and future energy consumption in office buildings." *Energy and Buildings*, 47, 2012: 302–311.
- Kyttä, M. "The extent of children's independent mobility and the number of actualized affordances as criteria for child-friendly environments." *Journal of Environmental Psychology*, 24, 2004: 179–198.
- La Greca, P., D. La Rosa, F. Martinico, and R. Privitera. "Agricultural and green infrastructures: The role of non-urbanised areas for eco-sustainable planning in a metropolitan region." *Environmental Pollution*, 159, 2011: 2193-2202.
- Landezine. *Landezine - Landscape Architecture Works*. 2011.
<http://www.landezine.com/index.php/2011/08/post-industrial-landscape-architecture/>
(accessed 01 28, 2013).
- Larson, W., F. Liu, and A. Yezer. "Energy footprint of the city: Effects of urban land use and transportation policies." *Journal of Urban Economics*, 72, 2012: 147–159.

- Leduc, W., and F. van Kann. "Spatial planning based on urban energy harvesting toward productive urban regions." *Journal of Cleaner Production*, 39, 2013: 180-190.
- Lefèvre, B. "Long-term energy consumptions of urban transportation: A prospective simulation of "transport-land uses" policies in Bangalore." *Energy Policy*, 37, 2009: 940-953.
- Lehmann, S. "What is Green Urbanism? Holistic principles to transform cities for sustainability." In *Climate Change – Research and Technology for Adaptation and Mitigation*, edited by Juan Blanco, & Houshang Kheradmand. 2011.
- Lindau, A., D. Hidalgo, and D. Facchini. "Curitiba, the cradle of bus rapid transit." 2010.
- Liu, X., and J. Sweeney. "Modelling the impact of urban form on household energy demand and related CO2 emissions in the Greater Dublin Region." *Energy Policy*, 46, 2012: 359-36.
- Living Streets. *Living Streets*. 2012. <http://www.livingstreets.org.uk/professionals/better-street-design-and-management/rethink-the-traffic> (accessed 01 14, 2013).
- Loures, L., and J. Burley. "Post-Industrial Land Transformation - An Approach to Sociocultural Aspects as Catalysts for Urban Redevelopment." In *Advances in Spatial Planning*, edited by Jaroslav Burian. 2012.
- Loures, L., and T. Panagopoulos. "Sustainable reclamation of industrial areas in urban landscapes." *Sustainable Development and Planning III*, 2007: 791-800.
- Lovelace, R., S. Beck, M. Watson, and A. Wild. "Assessing the energy implications of replacing car trips with bicycle trips in Sheffield, UK." *Energy Policy*, 39, 2011: 2075-2087.
- Maas, C. *Greenhouse gas and energy co-benefits of water conservation*. POLIS Project on Ecological Governance, 2009.
- Madlener, R., and Y. Sunak. "Impacts of urbanization on urban structures and energy demand: What can we learn for urban energy planning and urbanization management?" *Sustainable Cities and Society*, 1, 2011: 45-53.
- Magrinho, A., F. Didelet, and V. Semiao. "Municipal solid waste disposal in Portugal." *Waste Management*, 26, 2006: 1477-1489.
- Marique, A.-F., S. Dujardin, J. Teller, and S. Reiter. "School commuting: the relationship between energy consumption and urban form." *Journal of Transport Geography*, 26, 2013: 1-11.
- Melia, S., G. Parkhurst, and H. Barton. "The paradox of intensification." *Transport Policy*, 18, 2011: 46-52.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Mendiluce, M., and L. Schipper. "Trends in passenger transport and freight energy use in Spain." *Energy Policy*, 39, 2011: 6466-6475.
- Miranda, H., and Antônio. da Silva. "Benchmarking sustainable urban mobility: The case of Curitiba, Brazil." *Transport Policy*, 21, 2012: 141-151.
- Mo, W., and Q. Zhang. "Can municipal wastewater treatment systems be carbon neutral?" *Journal of Environmental Management*, 112, 2012: 360-367.
- Monde Diplomatique. *GRID-Arendal*. 2007. http://www.grida.no/graphicslib/detail/urban-density-and-transport-related-energy-consumption_eda9# (accessed 03 11, 2013).
- Moonen, P., T. Defraeye, V. Dorer, B. Blocken, and J. Carmeliet. "Urban physics: Effect of the micro-climate on comfort, health and energy demand." *Frontiers of Architectural Research*, 1, 2012: 197-228.
- Morris, A. *A history of urban form: before the industrial revolutions*. Longman Scientific & Technical, 1994.
- Moura, G. *A relação entre água e energia: Gestão energética nos sistemas de abastecimento de água das companhias de saneamento básico do Brasil*. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2010.
- MTS. *Metro Transportes do Sul*. 2007. <http://www.mts.pt/> (accessed 10 23, 2012).
- Mundler, P., and L. Rumpus. "The energy efficiency of local food systems: A comparison between different modes of distribution." *Food Policy*, 37, 2012: 609-615.
- Newman, P., and J. Kenworthy. *Cities and automobile dependence: an international sourcebook*. Gower Publishing, 1991.
- O'Brien, C. *Ontario walkability study. Trip to school: children's experiences and aspirations*. York University, 2001.
- O'Brien, C. "Planning for sustainable happiness: harmonizing our internal and external landscape." 2005.
- Okeil, A. "A holistic approach to energy efficient building forms." *Energy and Buildings*, 42, 2010: 1437-1444.
- Pacione, M. *Urban geography: a global perspective*. Routledge, 2009.

- Paravantis, J., and D. Georgakellos. "Trends in energy consumption and carbon dioxide emissions of passenger cars and buses." *Technological Forecasting & Social Change*, 74, 2007: 682-707.
- Pauleit, S., and F. Duhme. "Assessing the environmental performance of land cover types for urban planning." *Landscape and Urban Planning*, 52, 2000: 1-20.
- Pérez, P., E. Ortega, B. Martín, I. Otero, and A. Monzón. "Transport Planning and Global Warming." In *Global Warming*, edited by Stuart Arthur Harris. 2010.
- Pérez-Lombarda, L., J. Ortiz, and C. Pout. "A review on buildings energy consumption information." *Energy and Buildings*, 40, 2008: 394–398.
- Pooley, C., and J. Turnbull. "Coping with congestion: responses to urban traffic problems in British cities c.1920-1960." *Journal of Historical Geography*, 31, 2005: 78–93.
- Press, E. *Streetfilms*. 2010. <http://www.streetfilms.org/revisiting-donald-appleyards-livable-streets/> (accessed 10 12, 2012).
- Pressl, R. "Seminário Internacional - A pé para a escola." *Gestão de mobilidade para alunos em idade escolar*. 2009.
- Pucher, J., J. Dill, and S. Handy. "Infrastructure, programs, and policies to increase bicycling: an international review." *Preventive Medicine*, 50, 2010: S106–S125.
- Queiroz, M. J. *Boletim informativo N.º21: Saúde em mapas e números*. Eurotrials Consultores Científicos, 2006.
- Rabinovitch, J. "A sustainable urban transportation system." *Energy for Sustainable Development*, 1995.
- Rabinovitch, J. "Innovative land use and public transport policy." *Land Use Policy*, 13, 1996: 51-67.
- Ramírez, A., and C. Muñoz. "Albedo effect and energy efficiency of cities." In *Sustainable Development. Energy, Engineering and Technologies - Manufacturing and Environment*, edited by Chaouki Ghenai. 2012.
- Ramos, M., A. Garcia, C. Santos, and S. Rebelo. *Auditoria ao grupo Transtejo - Transtejo, SA e Soflusa, SA*. Relatório de contas, Tribunal de Contas, 2010.
- Ribeiro, S., et al. "Transport and its infrastructure." In *Climate Change 2007. Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, 2007.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Richichi, V., G. Faulkner, M. Moola, C. Fusco, and R. Buliung. *Project BEAT - Built environment and active transport. "What's quickest and easiest?" Parents' perspectives of the trip to & from school.* University of Toronto, 2009.
- Ritsema van Eck, J., and T. de Jong. "Accessibility analysis and spatial competition effects in the context of GIS-supported service location planning." *Computers, Environment and Urban Systems*, 23, 1999: 75–89.
- Rodgers Forge. *Walkable Rodgers Forge - Safe Routes to School.* 2013. <http://walkablerodgersforge.blogspot.pt/> (accessed 03 07, 2013).
- Rojas-Rueda, D., A. de Nazelle, O. Teixidó, and M. Nieuwenhuijsen. "Replacing car trips by increasing bike and public transport in the greater Barcelona metropolitan area: a health impact assessment study." *Environment International*, 49, 2012: 100–109.
- Sadineni, S., M. Srikanth, and R. Boehm. "Passive building energy savings: A review of building envelope components." *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15, 2011: 3617-3631.
- Schipper, L., and A. Millard-Ball. *Are we reaching peak travel? Trends in passenger transport in eight industrialized countries.* Global Metropolitan Studies, 2011.
- Scholl, L., L. Schipper, and N. Kiang. "CO2 emissions from passenger transport: a comparison of international trends from 1973 to 1992." *Energy Policy*, 24, 1996: 17-30.
- Soflusa. *Transtejo S.A.* 2013. <http://www.soflusa.pt/> (accessed 11 16, 2012).
- Sperling, K., F. Hvelplund, and B. Mathiesen. "Centralisation and decentralisation in strategic municipal energy planning in Denmark." *Energy Policy*, 39, 2011: 1338-1351.
- Stead, D. "Transport energy efficiency in Europe: Temporal and geographical trends and prospects." *Journal of Transport Geography*, 15, 2007: 343-353.
- Stephan, A., R. Crawford, and K. de Myttenaere. "Towards a comprehensive life cycle energy analysis framework for residential buildings." *Energy and Buildings*, 55, 2012: 592-600.
- Stone, M., and L. Zeglen-Hunt. *Project BEAT - Built environment and active transport. Summary report of study 2 findings of school travel behaviour of grade 5 and 6 students in Toronto, Canada.* University of Toronto, 2001.
- Sun, R., and L. Chen. "How can urban water bodies be designed for climate adaptation?" *Landscape and Urban Planning*, 105, 2012: 27– 33.

- Takebayashi, H., and M. Moriyama. "Surface heat budget on green roof and high reflection roof for mitigation of urban heat island." *Building and Environment*, 42, 2007: 2971–2979.
- TCB. *Câmara Municipal do Barreiro - Diagrama de rede dos TCB*. 2012. <http://www.cm-barreiro.pt/NR/rdonlyres/B8E72724-7CD1-477E-9A79-7F6C65069BE7/89451/TCBDiagramaRede2.pdf> (accessed 02 05, 2013).
- TCB. *Relatório de actividades e prestação de contas 2011*. Transportes Colectivos do Barreiro, 2011.
- Tranter, P., and S. Sharpe. "Disney-Pixar to the rescue: harnessing positive affect for enhancing children's active mobility." *Journal of Transport Geography*, 20, 2012: 34-40.
- UN. *World Urbanization Prospects: The 2007 Revision*. United Nations, 2008.
- UN-HABITAT. *State of the World's Cities Report 2012/2013: Prosperity of Cities*. United Nations Human Settlements Programme, 2012.
- Urbed. *Living suburbs getting to Copenhagen - from car domination to cycling city*. Urbed, 2012.
- Ussher, S. *Research into walk to school promotions*. Energy Efficiency and Conservation Authority, 2005.
- van Lare, P. *Growing toward more efficient water use: Linking development, infrastructure and drinking water policies*. United States Environmental Protection Agency, 2006.
- Vandenbulcke, G., T. Steenberghen, and I. Thomas. "Mapping accessibility in Belgium: a tool for land-use and transport planning?" *Journal of Transport Geography*, 17, 2009: 39–53.
- Vanderschuren, M., T. Lane, and W. Korver. "Managing energy demand through transport policy: what can South Africa learn from Europe?" *Energy Policy*, 38, 2010: 826–831.
- Wegener, M., and F. Fürst. *Land-Use Transport Interaction: State of the Art*. Universität Dortmund, 2004.
- Wende, W., W. Huelsmann, M. Marty, G. Penn-Bressel, and N. Bobylev. "Climate protection and compact urban structures in spatial planning and local construction plans in Germany." *Land Use Policy*, 27, 2010: 864-868.
- Whitmore, C. *Team Locals*. 2012. <http://teamlocals.co.uk/walk-to-school-month> (accessed 03 20, 2013).
- WHO. *World Report on Child Injury Prevention*. World Health Organization, 2008.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Woodcock, J., D. Banister, P.I Edwards, A. Prentice, and I. Roberts. "Energy and transport." *Energy and Health*, 3, 2007: 1078-1088.
- Xydis, G., and C. Koroneos. "A linear programming approach for the optimal planning of a future energy system. Potential contribution of energy recovery from municipal solid wastes." *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16, 2012: 369–378.
- Zoulia, I., M. Santamouris, and A. Dimoudi. "Monitoring the effect of urban green areas on the heat island in Athens." *Environmental Monitoring and Assessment*, 156, 2009: 275-292.

APÊNDICES

Apêndice A. Listagem dos locais georreferenciados para a análise da acessibilidade potencial

Ensino
Agrupamento Alfredo da Silva
EB José Joaquim Rita Seixas
EB e Secundária Alfredo da Silva
Agrupamento Álvaro Velho
EB1/JI nº1 do Lavradio
EB1/JI nº2 do Lavradio
EB1/JI dos Fidalguinhos
EB 2º/3º ciclos Álvaro Velho
Agrupamento do Barreiro
JI nº2 da Verderena
EB1 nº3 do Barreiro
EB1/JI nº4 do Barreiro
EB 2º/3º ciclos Mendonça Furtado
Agrupamento da Quinta da Lomba
EB1/JI Telha Nova nº1
EB 2º/3º ciclos da Quinta da Lomba
Agrupamento da Quinta Nova da Telha
EB1/JI do Barreiro
EB nº9 do Barreiro
EB1 de Palhais
EB 2º/3º ciclos Quinta Nova da Telha
Agrupamento Padre Abílio Mendes
JI nº3 do Alto do Seixalinho
CAIC
EB1/JI nº5 do Barreiro
EB1 nº6 do Barreiro
EB1 nº8 do Barreiro
EB 2º/3º ciclos Padre Abílio Mendes
Escola Secundária Augusto Cabrita
Agrupamento de Santo António da Charneca
EB1 de Coína
EB1 de Penalva
EB1 de Santo António (Cidade Sol)
EB1/JI Santo António (Igreja)
EB1 Vila Chã
EB 2º/3º ciclos e Secundária Santo António
Escola Secundária dos Casquilhos
Escola Secundária Santo André
Mercados e comércio
Mercados
Mercado do Lavradio

Mercado 25 de Abril
Mercado Abastecedor
Mercado 1º de Maio
Mercado de Coína
Mercado de Santo André (da Telha)
Centros comerciais
Centro comercial Alfredo da Silva
Centro comercial Feira Nova
Centro Comercial Fórum
Fórum Barreiro
Shopping Via Europa
Supermercados
Intermarché – Barreiro
Intermarché – Santo António da Charneca
Lidl – Lavradio
Lidl – Santo André
Minipreço – Alto do Seixalinho
Minipreço – Barreiro
Minipreço – C.C. Alfredo da Silva
Minipreço – Cidade Sol
Minipreço – Rua Miguel Bombarda
Minipreço – Santo André
Minipreço – Verderena
Modelo Bonjour
Pingo Doce
Ploricoop
Supermercados Unidos
Desporto
Estádios e campos de futebol
Campo da Quinta Pequena
Campo de Jogos Hipólito Santos Cunha
Campo de Verderena
Campo do Olival
Complexo Desportivo
Pavilhões polidesportivos
Ginásio do Futebol Clube Barreirense
Pavilhão do Luso Futebol Clube
Pavilhão Municipal Luís de Carvalho
Piscinas
Piscina Municipal do Barreiro
Piscina Municipal do Lavradio
Espaços verdes
Parques
Parque da Cidade
Parque Catarina Eufémia
Parques Naturais
Mata Nacional da Machada

Jardins
Jardim da Estrela
Jardim dos Franceses
Jardim na Quinta do Torrão
Jardim Zamenhof
Parque Público Paz e Amizade
Passeio Ribeirinho Augusto Cabrita
Cultura e lazer
Bibliotecas
Pólo da Verderena
Pólo do Convento da Madre de Deus
Biblioteca Municipal do Barreiro
Cinemas
Castello Lopes Fórum Barreiro
Cinemas Feira Nova
Salas de teatro e espectáculos
Auditório Municipal Augusto Cabrita
Casa de Cultura dos Adubos de Portugal
Teatro Municipal do Barreiro
Saúde
Centros de Saúde
Extensão de saúde do Barreiro
Extensão de saúde de Coina
Extensão de saúde de Palhais
Unidade de Cuidados de saúde Personalizados do Bocage
Unidade de Cuidados de saúde Personalizados Eça de Queiroz
Unidade de Saúde Familiar da Quinta da Lomba
Unidade de Saúde Familiar do Lavradio
Hospitais
Hospital Nossa Senhora do Rosário
Administração pública
Câmara Municipal e Juntas de Freguesia
Câmara Municipal do Barreiro
Junta de Freguesia do Barreiro
Junta de Freguesia do Lavradio
Junta de Freguesia de Palhais
Junta de Freguesia de Santo André
Junta de Freguesia de Verderena
Junta de Freguesia do Alto do Seixalinho
Junta de Freguesia de Santo António da Charneca
Junta de Freguesia de Coina
Outros locais administrativos
Tribunal Família Menores e Comarca – secção central
Conservatório do Registo Predial
Segurança social do Barreiro
Centro de emprego do Barreiro
Repartição de Finanças do Barreiro

Apêndice B. Distâncias consideradas no cálculo do consumo energético

Freguesia de residência	Local de trabalho	Distâncias (km)					
		Autocarro	Automóvel	Barco	Comboio	Metropolitano	Motociclo
Barreiro	Na freguesia onde reside	2,6	2,6	-	-	-	2,6
	Noutra freguesia do município onde reside	5,1	5,1	-	1,4	-	5,1
	Lisboa	10,5	31,2	10	24,8	4,8	31,2
	Moita	10	10	-	7	-	10
	Palmela	28,2	28,2	-	22	-	28,2
	Setúbal	34,8	34,8	-	28	-	34,8
Lavradio	Na freguesia onde reside	2,3	2,3	-	-	-	2,3
	Noutra freguesia do município onde reside	5,3	5,3	-	1,4	-	5,3
	Lisboa	10,5	34,3	10	24,8	4,8	34,3
	Moita	7,6	7,6	-	7	-	7,6
	Palmela	24,6	24,6	-	22	-	24,6
	Setúbal	31,6	31,6	-	28	-	31,6
Palhais	Na freguesia onde reside	3,3	3,3	-	-	-	3,3
	Noutra freguesia do município onde reside	4,5	4,5	-	1,4	-	4,5
	Lisboa	10,5	26,1	10	24,8	4,8	26,1
	Moita	7,8	7,8	-	7	-	7,8
	Palmela	20,5	20,5	-	22	-	20,5
	Setúbal	27,5	27,5	-	28	-	27,5
Santo André	Na freguesia onde reside	2,5	2,5	-	-	-	2,5
	Noutra freguesia do município onde reside	3,9	3,9	-	1,4	-	3,9
	Lisboa	10,5	28,8	10	24,8	4,8	28,8
	Moita	8,3	8,3	-	7	-	8,3
	Palmela	23	23	-	22	-	23
	Setúbal	20	20	-	28	-	20

Verderena	Na freguesia onde reside	1	1	-	-	-	1
	Noutra freguesia do município onde reside	3,9	3,9	-	1,4	-	3,9
	Lisboa	10,5	30,2	10	24,8	4,8	30,2
	Moita	9	9	-	7	-	9
	Palmela	27,2	27,2	-	22	-	27,2
	Setúbal	31,7	31,7	-	28	-	31,7
Alto do Seixalinho	Na freguesia onde reside	1,4	1,4	-	-	-	1,4
	Noutra freguesia do município onde reside	4,4	4,4	-	1,4	-	4,4
	Lisboa	10,5	33,9	10	24,8	4,8	33,9
	Moita	8,2	8,2	-	7	-	8,2
	Palmela	26,6	26,6	-	22	-	26,6
	Setúbal	31,1	31,1	-	28	-	31,1
Santo António da Charneca	Na freguesia onde reside	5,6	5,6	-	-	-	5,6
	Noutra freguesia do município onde reside	5,2	5,2	-	1,4	-	5,2
	Lisboa	10,5	27	10	24,8	4,8	27
	Moita	5,6	5,6	-	7	-	5,6
	Palmela	19,4	19,4	-	22	-	19,4
	Setúbal	26,4	26,4	-	28	-	26,4
Coina	Na freguesia onde reside	3,2	3,2	-	-	-	3,2
	Noutra freguesia do município onde reside	8,1	8,1	-	1,4	-	8,1
	Lisboa	10,5	23,3	10	24,8	4,8	23,3
	Moita	10,2	10,2	-	7	-	10,2
	Palmela	16,8	16,8	-	22	-	16,8
	Setúbal	24,1	24,1	-	28	-	24,1